

ANNÉE 1962

THÈSE

N°

105

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Pierre BOUCHER

Né le 1^{er} Mars 1928, à CHALLANS (Vendée)

Présentée et soutenue publiquement le 1962

PRÉVENTION DE LA MALNUTRITION PROTÉIQUE AU SÉNÉGAL

**Contribution à l'étude de quelques aliments
tirés des ressources locales
en diététique infantile**

TRAVAIL DE LA CLINIQUE DES MALADIES DES ENFANTS
ET D'HYGIÈNE INFANTILE DE LA FACULTÉ NATIONALE DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE DE DAKAR (Professeur J. SÉNÉCAL)

Président : M. Julien MARIE, Professeur

LIBRAIRIE ARNETTE
2, RUE CASIMIR-DELAVIGNE, 2
PARIS VI^e

1962

PREVENTION DE LA MALNUTRITION
PROTEIQUE AU SENEGAL

*Contribution à l'étude de quelques aliments tirés
des ressources locales en diététique infantile*

Ce travail a été subventionné en partie par le Comité de l'Alimentation et de la Nutrition du Conseil National de la Recherche Scientifique des Etats-Unis (Académie Nationale des Sciences).

This work was aided in part by a grant from the Food and Nutrition Board, National Academy of Sciences (National Research Council of the United States).

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1962

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Pierre BOUCHER

Né le 1^{er} Mars 1928, à CHALLANS (Vendée)

Présentée et soutenue publiquement le

**PRÉVENTION
DE LA
MALNUTRITION PROTÉIQUE
AU SÉNÉGAL**

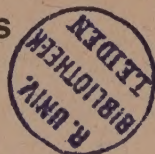
**Contribution à l'étude de quelques aliments
tirés des ressources locales
en diététique infantile**

TRAVAIL DE LA CLINIQUE DES MALADIES DES ENFANTS
ET D'HYGIÈNE INFANTILE DE LA FACULTÉ NATIONALE DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE DE DAKAR (Professeur J. SÉNÉCAL)

Président : M. Julien MARIE, Professeur

LIBRAIRIE ARNETTE
2, RUE CASIMIR-DELAVIGNE, 2
PARIS VI^e

1962



PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. AUBIN (A.), BENARD (H.), BROCO (P.), BULLIARD (H.), CADENAT (F.), CHABROL (E.), CHAMPY (C.), CHEVALLIER (P.), DEBRE (R.), DONZELOT (E.), GASTINEL (P.), GUILLAIN (G.), HALPHEN (E.), HARVIER (P.), HAZARD (R.), HEUYER (G.), LANTUEJOUL (P.), LAROCHE (G.), LAUBRY (C.), LEVY-SOLAL (E.), LIAN (C.), LOEPER (M.), MARION (G.), MATHIEU (P.), MOCOQUOT (P.), MONDOR (H.), MONOD (R.), MOREAU (R.), MULON (P.), OLIVIER (E.), PASTEUR VALLERY-RADOT (L.), PETIT-DUTAILLIS (D.), RICHET (C.), STROHL (A.), TANON (L.),

Léon BINET
Membre de l'Institut.

Doyen

Assesseur

Jean VERNE.

I. — PROFESSEURS

Anatomie
Anatomie (Chaire à titre personnel)
Anatomie pathologique
Anesthésiologie
Bactériologie
Biochimie médicale
Biochimie médicale (chaire à titre personnel)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports
Biologie médicale
Cancérologie médicale et sociale
Clinique carcinologique (Inst. G. Roussy)
Clinique cardiologique (Broussais)

Cliniques chirurgicales
 { Beaulieu
 { Cochin
 { Hôtel-Dieu
 { Saint-Antoine
 { Salpêtrière
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)
Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice (Cochin)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)

Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laënnec)
Clinique endocrinologique (Pitié)
Clinique génétique médicale (Enfants-Malades)
Clinique gynécologique (Broca)

Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (St-Louis)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Ste-Anne)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)
Clinique des maladies du sang (Broussais)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)
 { Broussais
 { Boucicaud
 { Cochin

Cliniques médicales
 { Hôtel-Dieu
 { Pitié
 { St-Antoine
Clinique médicale d'hydrologie thérapeutique et climatologie (Bichat)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)
Clinique neurologique

Cliniques obstétricales
 { Baudelocque
 { Foch
 { Maternité
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)
Clinique de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)
Clinique de pneumo-phthisologie (Laënnec)
Clinique psychiatrique infantile (Salpêtrière)
Clinique de puériculture (St-Vincent-de-Paul)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)
Clinique stomatologique (Pitié)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)
Clinique thérapeutique médicale (St-Antoine)
Clinique urologique (Cochin)
Electrophysiologie médicale (chaire à titre personnel)
Embryologie
Embryologie (à titre personnel)

Gérontologie
Histoire de la médecine et de la chirurgie
Histologie

MM.
CORDIER (G.)
DELMAS (A.)
DELARUE (J.)
BAUMANN (J.)
FASQUELLE (R.)
JAYLE (M.-F.)
SCHAPIRA (G.)
CHAILLEY-BERT (P.)
FAUVERT (R.)
BERNARD (J.)
REDON (H.)
MOUQUIN (M.)
SICARD (A.)
QUENU (J.)
PATEL (J.)
GOSSET (J.)
MOULONGUET (P.)
FEVRE (M.)
MERLE D'AUBIGNE
DE GAUDART-
D'ALLAINES (F.)
MATHEY (J.)
DECOURT (J.)
LAMY (M.)
FUNCK-BRENTANO
(P.)
DEGOS (R.)
CATHALA (J.)
MOLLARET (P.)
DELAY (J.)
HAMBURGER (J.)
MARCHEL (G.)
ALAJOUANINE (T.)
SOULIE (P.)
LENEGRE (J.)
BROUET (G.)

BARIETY (M.)
DREYFUS (G.)
KOURILSKY (R.)
DEBRAY (C.)
GENNES (L. de)

DEROT (M.)
DAVID (M.)
GARCIN (R.)
LACOMME (M.)
MERGER (R.)
VARANGOT (J.)
RENARD (G.)
AUBRY (M.)
MARIE (J.)
BERNARD (E.)
MICHAUX (L.)
LELONG (M.)
COSTE (F.)
DECHAUME (M.)
SENEQUE (J.)
LEMAIRE (A.)
FEY (B.)
DJOURNO (A.)
GIROUD (A.)
TUCHMANN-
DUPLISSIS (A.)
BOURLIERE (F.)
SEZE (S. de)
VERNE (J.)

Hygiène des collectivités (chaire à titre personnel)	
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	
Hygiène et médecine préventive	
Médecine du Travail	
Médecine légale	
Parasitologie	
Parasitologie (à titre personnel)	
Pathologie chirurgicale	
Pathologie exotique	
Pathologie expérimentale et comparée	
Pathologie médicale	
Pharmacologie et matière médicale	
Pharmacologie clinique (à titre personnel)	
Physiologie	
Physiologie (chaire à titre personnel)	
Physiologie appliquée (à titre personnel)	
Physiologie et pathologie obstétricale	
Physique médicale	
Propédeutique neurologique et neuro-biologique	
Radiologie médicale	
Technique chirurgicale	
Thérapeutique	

MM.
DEPARIS (M.)
TURPIN (R.)
JOANNON (P.)
DESOLLE (H.)
PIEDLIEVRE (R.)
GALLIARD (H.)
BRUMPT (L.-C.)
COUVELAIRE (R.)
LAVIER (G.)
MERKLEN (F.-P.)
MILLIEZ (P.)
CHEYMOL (J.)
LEVY (Mlle J.)
BINET (L.)
PARROT (J.)
BARGETON (D.)
LEPAGE (F.)
DOGNON (A.)
CASTAIGNE (P.-P.)
DEGREZ (H.)
LEGER (L.)
N...

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGREGES ET MAITRES DE CONFERENCES-AGREGES

MM.		MM.	
Anatomie	CABROL (C.) COUINAUD (C.) OLIVIER (G.)	Obstétrique	GRANJON (A.) HERVET (E.) LE LORIER (G.) MORIN (P.) MUSSET (R.) ROBEY (M.) THOYER-ROZAT (J.)
Anatomie pathologique	GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.), pr. s. ch. BUSSET (F.) GOUYGOU (Ch.) ORCEL (L.) PAILLAS (J.)	Ophthalmologie	BREGEAT (P.) SARAUX (H.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)	Orthopédie	JUDET (R.) RAMADIER (J.)
Bactériologie	NEVOT (A.), pr. s. ch. BARBIER (P.) CHRISTOL (D.) TOURNIER (P.)	Oto-Rhino-Laryngologie	DEBAIN (J.)
Biochimie médicale ...	DEGREZ (P.), pr. s. ch. CARTIER (P.) POLONOSKI (J.), m. conf.	Parasitologie	CHABAUD (A.)
Biologie médicale	N...		BARCAT (J.) BINET (J.-P.) CAUCHOIX (J.) CHATELIN (C.-L.) DUBOST (Ch.) DUBOST (Cl.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.)
Biologie appliquée à l'éducation physique	PLAS (F.)	Pathologie chirurgicale ..	GERMAIN (A.) LAURENCE (G.), agr. per. LORTAT-JACOB (J.-L.) LOYGUE (J.) MERCADIER PERROTIN (J.) ROBERT (H.) THOMERET (G.)
Carcinologie	DENOIX (P.) MATHE (G.)	Pathologie exotique ..	SCHNEIDER (J.)
Dermato-Syphiligraphie	DUPERRAT (B.)	Pathologie expérimentale	CROSNIER (J.) HARTMANN (L.) LÉPER (J.) MAURICE (J.) PLAS (F.) RICHTER (G.)
Electro-radiologie	LEDoux-LEBARD (G.)		COURY (C.) AUSSANNAIRE (M.) BOUR (H.) BOUVIER (J.) BOUVRAIN (Y.) BRICAIRE (H.) BRISAUD (H.) BROCARD (H.) BUGE (A.) CATINAT (J.) CONTAMIN (F.)
Embryologie	N...		
Hématologie	BILSKI-PASQUIER (G.)		
Histologie	DAUSSET (J.) COUJARD (R.), pr. s. ch. MAROIS (M.) RACADOT (J.)		
Hydrologie	CORNET (A.)		
Hygiène	BOYER (J.), pr. s. ch. CORRE-HURST (Mme L.)		
Maladies infectieuses ..	BASTIN (R.) DUPONT (V.)		
Médecine légale	DEROBERT (L.), pr. s. ch. HADENGUE (A.) FOURNIER (E.) GUENIOT (M.)		
Médecine du travail ..	ALBAHARY (C.)		
Neuro-chirurgie	N...		
Neurologie	LHERMITTE (F.)		

	MM.		MM.
Pathologie médicale ...	FREZAL (J.)	Physiologie	DEJOURS (P.)
	HOUSSET (E.)	Physique médicale	GOUGEROT (L.), KELLERSHOHN (C.)
	LAROCHE (Cl.)		
	LESOBRE (R.)	Pneumo-Phtisiologie ..	KREIS (B.)
	MACREZ (C.)	Psychiatrie	PICHOT (P.)
	NICK (J.)	Psychiatrie infantile ..	DUCHE (D.)
	PEQUIGNOT (H.), m. conf.	Rhumatologie	DELBARRE (F.)
Pédiatrie- Puériculture	ROYER (P.)	Stomatologie	CERNEA (P.) CHAPUT (Mme A.), m. conf. agr.
	WOLFROMM (R.)		
	JOSEPH (R.)		
	MANDE (R.)	Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)
Pharmacologie	MOZZICONACCI (P.)	Urologie	LAMOTTE (M.)
	POLONOVSKI (C.)		
	ROSSIER (A.)		
	BOISSIER (J.)		
	LECHAT (P.)		

**III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES
CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE
A TITRE PERMANENT :**

	MM.		MM.
Anatomie	DEBEYRE (J.)	Clinique obstétricale ..	GRASSET (J.) MAYER (M.) RAVINA (J.)
Clinique chirurgicale ..	ABOULKER (P.)		
	AMELINE (A.)		
	HUGUIER (J.)	Clinique ophtalmologi- que	DESIGNES (P.) OFFRET (G.)
	OLIVIER (C.)		
	PADOVANI (P.)	Clinique oto-rhino- laryngologique	MADURO (R.)
	POILLEUX (F.)	Clinique pédiatrique et puériculture	LAPLANE (R.)
Clinique médicale	ROUX (M.)	Clinique psychiatrique.	BARUK (H.)
	VERNE (J.-M.)	Clinique urologique ...	KUSS (R.)
	BOUDIN (G.)	Médecine du travail .	GAULTIER (M.)
	CONTE (M.)		
	DOMART (A.)		
	PERRAULT (M.)		
	RAMBERT (P.)		
	THIEFFRY (S.)		
	TURIAF (J.)		

IV. — PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie ..	MM. HAUDUROY (P.), Pr. s. ch.
Biochimie médicale	ETTORI (J.), Pr. à t. pers.
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.), Pr. s. ch.
Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Secrétaires	Mme BEURLAND (H.), Mlles CHAINTREUIL (G.), HURE (A.)
Conservateur, chargé de la direction de la Bibliothèque	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateurs ..	Mlle DUMAITRE (P.)
Bibliothécaires ..	Mmes CONTET (J.)
	FORGET (F.)
	Mlles LAURENT (H.)
	LE NOIR (G.)
	QUIEVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MES GRANDS-PARENTS (*In Memoriam*)

A MA FEMME A MES ENFANTS

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS MES AMIS

Leur affection et leur aide furent les plus précieux des encouragements. Qu'ils sachent combien je tiens à leur exprimer ma reconnaissance.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR JULIEN MARIE

*Professeur de Clinique de Pédiatrie Sociale
de la Faculté de Médecine de Paris*

Médecin des Hôpitaux de Paris

Directeur de l'Institut de Pédiatrie Sociale

Officier de la Légion d'honneur

qui nous a fait le grand honneur d'accepter la
Présidence de cette thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de
notre profonde gratitude et de nos sentiments
très respectueux.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN SENECAI

*Professeur de Pédiatrie
à la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Dakar
Directeur de l'Institut de Pédiatrie de l'Université de Dakar*

qui nous a inspiré ce travail et constamment encouragé et guidé dans sa réalisation.

Avec toute notre reconnaissance pour son enseignement et la sollicitude qu'il nous a manifestée durant nos années d'Internat dans son Service.

A NOS MAITRES
DE LA FACULTE DE MEDECINE
ET DES HOPITAUX DE NANTES

Le souvenir de leur enseignement restera
toujours vivant dans notre mémoire.

Nous les en remercions vivement.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR MAURICE PAYET
Doyen de la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Dakar
Professeur de Clinique Médicale
Chevalier de la Légion d'honneur
Croix de Guerre 1939-1945

A MADAME LE DOCTEUR L.-H. AUBRY

Ancienne Externe des Hôpitaux de Paris

Ex Médecin-Chef de la Protection Maternelle et Infantile du Sénégal

Médecin assistant du Service Pédiatrie de l'Hôpital A. Le Dantec de Dakar

dont le dynamisme et l'expérience des problèmes de P.M.I. en Afrique furent nécessaires à la bonne marche d'une partie de ce travail.

A MONSIEUR LE DOCTEUR HENRI DUPIN

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Ancien Assistant du Service de Pédiatrie de l'Hôpital A. Le Dantec

Directeur de l'Organisme de Recherches

sur l'Alimentation et la Nutrition africaine (O.R.A.N.A.) Dakar

dont la compétence et le dévouement contribuèrent grandement à la réalisation de cette étude.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ ROBERT CAMAIN

Médecin Lieutenant-Colonel T.I.M.

Professeur Agrégé d'Histologie

à la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Dakar

Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur de Dakar

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ GAUTHIER PILLE

*Professeur de Pharmacie Chimique et de Toxicologie
à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar*

*Directeur du Laboratoire Central de Biochimie
de l'Hôpital A. Le Dantec de Dakar*

Officier de la Légion d'Honneur

A TOUS CEUX QUI ONT AIDE A LA REALISATION
DE CE TRAVAIL, ET EN PARTICULIER AUX MEMBRES
DU PERSONNEL

DU SERVICE DE PÉDIATRIE DE L'HÔPITAL A. LE DANTEC

DU SERVICE DE P.M.I. DE DAKAR

DE L'ORGANISME DE RECHERCHES SUR L'ALIMENTATION ET LA
NUTRITION (O.R.A.N.A., DAKAR)

DU LABORATOIRE CENTRAL DE BIOCHIMIE DE L'HÔPITAL
A. LE DANTEC.

A tous nous exprimons nos plus vifs
remerciements.

PLAN

Introduction

Historique

PREMIERE PARTIE

Etude préliminaire

I. — ASPECTS CLINIQUES RÉALISÉS PAR LES ÉTATS DE MALNUTRITION.

- 1° Le kwashiorkor typique à forme œdémateuse.
- 2° L'hypothrepsie et l'athrepsie par insuffisance alimentaire globale.
- 3° Les états mixtes ou intriqués.
- 4° Facteurs pathogènes surajoutés.
- 5° Essai de classification.

II. — PROBLÈMES DE PRÉVENTION ET DE TRAITEMENT.

1° *Rappel théorique sur la couverture des besoins azotés.*

A. — Rôle de la nature de l'aliment azoté.

La pratique des bilans azotés permet de dégager deux notions :

Valeur biologique

Digestibilité.

B. — Rôle des autres composants de la ration.

C. — Rôle de l'état du sujet :

- a) Age.
- b) Etat nutritionnel.
- c) Etats pathologiques.

2° *Applications pratiques :*

A. — Au traitement du kwashiorkor franc.

B. — A la prévention des états de malnutrition protéique de l'enfant.

DEUXIEME PARTIE

L'arachide et le poisson

dans la lutte contre la malnutrition protéique au Sénégal

I. — ETUDE GÉNÉRALE DE TROIS IMPORTANTES SOURCES DE PROTÉINES AU SÉNÉGAL.

Un aliment de base : le mil.

Deux aliments complémentaires : l'arachide, le poisson.

1° Production, prix, utilisation actuelle, composition.

2° Données expérimentales sur leur valeur nutritive.

A. Chez l'animal.

B. Chez l'enfant.

II. — ETUDE EXPÉRIMENTALE, CHEZ DES NOURRISSONS ET DES ENFANTS, DE LA VALEUR NUTRITIVE DES FARINES DE POISSON ET DE TOURTEAU D'ARACHIDE.

1° Méthodes d'étude.

2° Exposé des essais effectués dans le Service de Pédiatrie.

- A. Administration d'une farine de poisson à des nourrissons et des jeunes enfants hospitalisés.
- B. Utilisation de la farine d'arachide dans l'alimentation du nourrisson bien portant.
- C. Traitement des malnutritions par des mélanges contenant de la farine d'arachide.
- D. Emploi du mélange mil-arachide-poisson chez des enfants sains.
- E. Essai d'un mélange mil-arachide-poisson à 18 % de calories protidiques chez des enfants sains.

— bilans azotés —

3° Essais effectués au Centre de Protection Maternelle et Infantile.

— Traitement de malnutritions frustes par différents régimes de supplémentation.

4° Distribution de biscuits riches en protéines.

III. — EXPLOITATION PRATIQUE DE CES RÉSULTATS.

Conclusion

Bibliographie

INTRODUCTION

Tandis que les maladies de la nutrition et du métabolisme connaissent en Médecine un intérêt sans cesse grandissant, il semble que les pouvoirs publics, voire même l'opinion publique, commencent à se préoccuper très sérieusement, depuis la dernière guerre mondiale, des problèmes que pose le ravitaillement des populations du globe en denrées alimentaires.

C'est en effet à la suite des derniers grands conflits que de grandes organisations internationales, sous l'égide de l'O.N.U. ont pu réunir des données assez vastes sur l'étendue et l'importance de la sous-nutrition et de la malnutrition dans le monde, sur leurs conséquences et sur leurs causes ; grâce à ces données, des solutions pratiques peuvent être envisagées.

On ne peut, mieux que Josué DE CASTRO [47], souligner la gravité du problème :

« L'histoire de l'humanité a été depuis le début l'histoire de la lutte qu'elle a menée pour obtenir son pain quotidien. Il nous paraît donc difficile d'expliquer et surtout de comprendre, un fait singulier : l'homme, cet animal soi-disant supérieur, qui a livré tant de batailles contre les forces de la nature et qui a fini par s'en proclamer le maître et le seigneur, n'a pas encore obtenu une victoire décisive dans cette lutte pour sa subsistance. Il suffit de voir qu'après cette longue période de lutte de quelques centaines de milliers d'années il est attesté aujourd'hui scientifiquement que près des deux tiers de la population du monde vivent dans un état permanent de faim et que près d'un milliard et demi d'êtres humains ne trouvent pas les ressources nécessaires pour échapper aux prises de la plus terrible de toutes les calamités sociales. »

De plus :

« ... Les ravages humains produits par la faim sont bien supérieurs à ceux provoqués à la fois par la guerre et par les épidémies. Ces dégâts sont plus étendus par le nombre des victimes et infiniment plus graves dans leurs conséquences biologiques et sociales. Déjà WASER au siècle dernier avait appelé l'attention sur le fait que les pertes en vies humaines causées par la

« peste ou la guerre sont généralement réparées dans un délai moyen de dix ans, tandis qu'à la suite des grandes famines, les survivants passent le restant de leurs jours dans un état de ruine physique. »

Nous empruntons à « Equilibre » les chiffres du graphique (fig. 1).

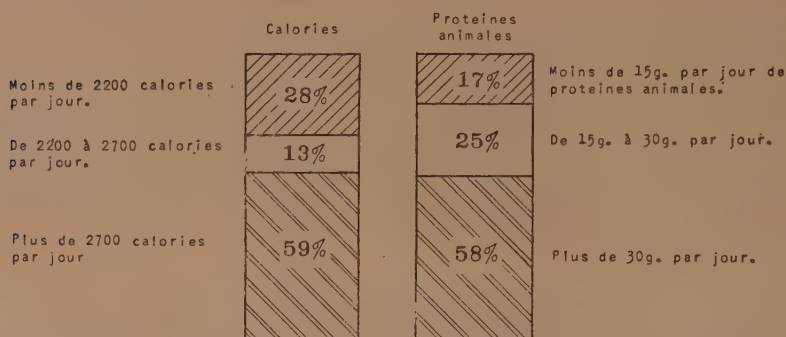


Fig. 1. — Pourcentages de la population mondiale dans leurs possibilités d'alimentation en calories et en protéines animales.

Il est également intéressant de se demander dans quel sens évolue actuellement cet état de choses ; on peut lire, dans le rapport de 1960 de la F.A.O. (1) sur « La Situation Mondiale de l'Agriculture et de l'Alimentation » [61] :

« Durant les douze années qui vont de 1948 à 1960, on estime que la production mondiale (non comprises l'U.R.S.S., l'Europe Orientale et la Chine continentale) s'est accrue à un taux moyen qui dépasse de 1 % celui de l'accroissement démographique. »

Mais, tandis que pour l'Afrique cet écart est nul, il est plus élevé pour les pays techniquement développés (sauf pour les U.S.A. que leur situation économique a contraints à limiter leurs productions).

A cette constatation, qui n'inspire qu'un optimisme très modéré, s'opposent les prévisions d'avenir des experts :

— la population du globe aura environ doublé en 50 ans ;
(prévisions démographiques de l'O.N.U. 1958)

(1) F.A.O. Food and Agriculture Organisation (of United Nations) : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

— la production des denrées alimentaires pourrait doubler en 100 ans (chiffres donnés par M. A. GUERRIN) [69].

Ainsi est engagée une lutte de vitesse entre deux phénomènes traditionnellement opposés ; les progrès de la Médecine et le développement des Services de P.M.I. (1) en abaissant la mortalité infantile, contribuent à la poussée démographique : aussi a-t-on pu dire que leur action rendait vains les efforts des nutritionnistes ; en donnant à chaque enfant qui naît plus de chances de survie, accroît-on en même temps les risques de famine ? Cette question d'un réalisme brutal cesse d'être gênante pour le médecin dès qu'il devient lui-même nutritionniste, et ceci est une nécessité évidente dans les pays où sous-nutrition et malnutrition sont les principales causes de morbidité. Le pédiatre est particulièrement bien placé pour contribuer à une meilleure connaissance des états de malnutrition, de leurs causes et de leurs remèdes. Protéger l'enfance contre les risques infectieux et parasitaires n'implique pas la résignation face aux problèmes posés par la sous-alimentation.

La répartition géographique de la sous-alimentation prédomine dans les zones inter et subtropicales, où l'exploitation agricole des sols se heurte à de grandes difficultés. La presque totalité du continent africain présente cette particularité, et une grande partie de ses habitants se trouve ainsi exposée à la sous-alimentation chronique.

L'analyse des différents états de carence alimentaire conduit à distinguer, à côté des états de sous-nutrition globale, des carences spécifiques pouvant se manifester alors même que la ration alimentaire est quantitativement satisfaisante.

Ces états de malnutrition sont nombreux et variés, les plus classiques étant les avitaminoses (rachitisme, béri-béri, scorbut). Mais l'une des formes les plus graves et les plus répandues de carence est le manque de protéines.

La malnutrition protéique crée des états pathologiques de divers degrés de gravité et de traductions cliniques variées, mais elles entraînent toujours :

- une diminution de la durée de vie moyenne des individus, avec mortalité élevée dans les formes typiques reconnues, ce qui se traduit par un rebond de la courbe de mortalité infantile entre 20 et 30 mois ;

(1) P.M.I. Protection Maternelle et Infantile.

- une diminution de la résistance de l'organisme aux agressions du milieu environnant ;
- un ralentissement de la croissance des organismes jeunes ;
- une diminution considérable de l'aptitude au travail et du rendement des sujets adultes.

Enfin, si les formes aiguës typiques réagissent remarquablement à une réalimentation correcte, si elles semblent guérir sans laisser de séquelles immédiatement décelables, il est bien difficile d'en mesurer les conséquences éloignées ; il est également difficile d'établir un bilan exact des désordres provoqués par un état de carence modérée, installée progressivement, mais longtemps prolongée.

La malnutrition protidique constitue donc un problème à la fois médical et socio-économique.

Plus exposé que l'adulte parce que moins bien armé pour la recherche de sa propre nourriture, plus vulnérable surtout parce que tributaire de besoins qualitatifs et quantitatifs plus impérieux, c'est l'enfant qui paie le plus lourd tribut à la malnutrition protidique.

AGE DE LA MALNUTRITION PROTIDIQUE

Toutes les statistiques concordent pour situer entre un et trois ans l'âge où s'observent avec un maximum de fréquence les formes les plus visibles.

- GOMEZ, au Mexique : 81 % entre 1 et 4 ans, dont 69 % entre 1 et 3 ans ;
- JANSEN, à Prétoria : 82 % entre 1 et 3 ans ;
- BROCK, HANSEN et Coll., en Afrique du Sud : 85 % entre 1 et 3 ans ;
- mêmes constatations par SARROUY et CLAUSSE, en Algérie, et par M^{lle} J. DELON au Maroc ;
- DUPIN, à Dakar, sur 563 kwashiorkors francs : 85 % entre 1 et 3 ans ;
- enfin TROWELL regroupe en une seule statistique les renseignements publiés par de nombreux auteurs, et réunit ainsi 1 141 observations : 69 % entre 1 et 3 ans (les critères de diagnostic étant moins homogènes) ;
- cependant AUTRET et BEHAR estiment qu'en Amérique Centrale 40 % des cas observés intéressent des enfants de plus de 4 ans.

FRÉQUENCE DE LA MALNUTRITION PROTIDIQUE

Etudiant les formes les plus discrètes de la malnutrition infantile à Dakar, J. SÉNÉCAL et M^{me} L. AUBRY ont dépisté en un an, à côté de 179 formes franches, 586 formes frustes chez des enfants âgés de 11 à 36 mois, amenés à la consultation d'un dispensaire [145].

De plus, l'examen systématique d'enfants pris au hasard à Dakar leur fait estimer à 1 sur 4 le nombre des enfants atteints de malnutrition fruste dans les 8 mois qui suivent le sevrage.

Plus récemment, au cours d'une enquête longitudinale portant sur 300 enfants, aux environs de 20 mois, fréquentant régulièrement la consultation, SÉNÉCAL et MASSÉ (communication personnelle) ont trouvé qu'un enfant sur trois présentait des signes de malnutrition protidique. Dans certaines régions du Brésil, on évalue à près d'un tiers la proportion des enfants sous-alimentés.

Si l'on recherche une explication à ces faits, il apparaît que le sevrage constitue l'événement capital dans le mode d'alimentation de l'enfant au cours de cette période. Avant un an, l'enfant bénéficie de l'allaitement maternel. Après trois ans, tandis que ses besoins azotés sont relativement moindres et que ses grandes fonctions métaboliques ont acquis plus de maturité, il a souvent appris à subvenir en partie lui-même à son alimentation.

C'est donc dans les semaines ou les mois qui suivent le sevrage que les accidents les plus graves dus à la malnutrition surviennent. Mais ces accidents sont précédés d'une phase prémonitoire plus ou moins prolongée, où J. SÉNÉCAL distingue (*Courrier du C.I.E*, janv. 1959, figures 1 et 9) [137] :

- une phase généralement latente précédant le sevrage, et située entre le 12^e et le 18^e mois ;
- une phase d'installation du syndrome clinique, qui suit le sevrage, phase susceptible de guérison spontanée, mais où se situent au maximum les risques d'aggravation.

L'étude qui suit se propose d'exposer les principales recherches effectuées à Dakar durant ces dernières années dans le but d'évaluer l'aptitude de certains aliments tirés des ressources locales à prévenir ou à guérir la malnutrition protidique de l'enfance.

Elle a été réalisée grâce à une étroite coopération entre :

- la Chaire de Clinique des maladies des enfants et d'Hygiène Infantile de la Faculté de Médecine de Dakar, disposant du Service de Pédiatrie de l'Hôpital A. Le Dantec, et le centre de Protection Maternelle et Infantile de Dakar, où le Professeur J. SÉNÉCAL accorde une attention toute particulière aux recherches sur les problèmes de nutrition ;
- l'Organisme de Recherches sur l'Alimentation et la Nutrition Africaines, sous la direction du Docteur H. DUPIN.

Elle a été facilitée par la collaboration :

- du Laboratoire d'anatomie pathologique de l'Institut Pasteur de Dakar (Professeur CAMAIN);
- du Laboratoire de biochimie de l'Hôpital Le Dantec (Professeur PILLE).

Nous tenons à remercier également le National Research Council of the United States qui, sur les fonds du Food and Nutrition Board, nous a accordé d'importants crédits pour effectuer ces travaux.

HISTORIQUE

De très nombreux auteurs ont depuis longtemps consacré leurs travaux à l'étude de la malnutrition, à son traitement, et à sa prévention, recherchant généralement des solutions adaptées aux possibilités locales.

Tous ces travaux ont contribué aux progrès accomplis, et nous nous contenterons de résumer ici les principales étapes franchies durant ces dernières années par les grandes organisations internationales qui ont pris en charge ce problème.

Le Comité Mixte F.A.O.-O.M.S. d'Experts de l'Alimentation et de la Nutrition, réuni en première session à Genève en octobre 1949, notait que :

« L'une des grandes maladies de la nutrition les plus répandues dans les régions tropicales et subtropicales est un syndrome encore mal défini, que l'on désigne par divers termes tels que « kwashiorkor », malnutrition maligne, maladie par carences multiples, « M'buaki », syndrome de dépigmentation-œdème, pellagre infantile, etc... »

« Il semble que cette maladie se manifeste surtout chez les nourrissons et les jeunes enfants et que les taux de mortalité qui lui sont imputables sont extraordinairement élevés dans certaines parties de l'Afrique. »

Et il faisait remarquer que :

« Les lignes directrices et les programmes des divers pays en matière d'alimentation et de nutrition doivent se fonder sur la connaissance de l'état de nutrition de la population, ainsi que sur l'étude des régimes alimentaires, du ravitaillement en denrées et de la situation économique. »

Un plan d'ensemble était donc envisagé, et de fructueuses confrontations furent organisées entre les chercheurs de tous les pays, principalement par la F.A.O. et l'O.M.S., avec l'aide de la « Josiah Macy Jr Foundation », lors de deux conférences [33, 34] :

— à la Jamaïque en 1953, sur « La Malnutrition Protéique » ;

— à Princeton, N.J. (U.S.A.) en 1955, sur « Les besoins en protéines de l'homme et les moyens de les satisfaire en pratique ».

Parallèlement à ces grandes conférences mondiales, des réunions d'études se consacraient plus spécialement à certains aspects régionaux du problème, principalement dans trois secteurs :

- l'Amérique latine,
- l'Asie du Sud et de l'Est,
- l'Afrique.

C'est ainsi que la « Commission de Coopération technique en Afrique au Sud du Sahara » (C.C.T.A.) organisa trois « Conférences Interafricaines sur la Nutrition » [35, 36, 37] :

- la première à Dshang (Cameroun) en octobre 1949 ;
- la deuxième à Fajara (Gambie) en novembre 1952, sur « La Malnutrition chez la mère, le nourrisson et l'enfant en Afrique », conférence qui fut l'occasion pour le Comité Mixte F.A.O.-O.M.S. d'Experts de la Nutrition, de tenir sa troisième session sur le même sujet ;
- la troisième à Luanda (Angola) en septembre 1956, dont les points principaux de l'ordre du jour étaient :
 - Prévention de la malnutrition chez la mère et l'enfant africains.
 - Relation entre les infestations parasitaires et l'état nutritionnel.
 - Utilisation rationnelle des ressources disponibles.
 - Education en matière de nutrition.
 - Aspects techniques des divers problèmes de nutrition en Afrique.

Il faut également citer le Colloque organisé par le C.I.E. (1) à Brazzaville en décembre 1952 sur « Les problèmes de l'enfance dans les pays tropicaux de l'Afrique » et dont le Groupe de Travail sur la Nutrition reprit l'examen des problèmes envisagés à Fajara par la C.C.T.A. et le Comité d'Experts de la Nutrition F.A.O.-O.M.S. (2).

(1) C.I.E. Centre International de l'Enfance.

(2) O.M.S. Organisation Mondiale de la Santé.

S'appuyant sur les données recueillies grâce à ces vastes échanges scientifiques et techniques, le Comité Mixte F.A.O.-O.M.S. d'Experts de la Nutrition élabore des rapports qui font le point des résultats acquis et surtout essaye de coordonner et de guider les efforts à entreprendre. Dans le plus récent de ces rapports [31], on peut lire :

« L'action commune de la F.A.O. et de l'O.M.S. contre la malnutrition protéique s'est déroulée en trois étapes :

Premièrement, il a fallu rassembler des données de faits et démontrer au moyen d'enquêtes locales l'étendue du problème et son importance pour la santé publique...

La deuxième série de mesures qui est venue s'imbriquer sur la première a été l'analyse technique complète du problème...

Quant à la troisième étape, dès à présent commencée elle comprend l'élaboration et l'application des mesures préventives, parmi lesquelles l'incorporation dans l'alimentation supplémentaire des nourrissons et des enfants d'aliments riches en protéines autres que le lait. Cette dernière étape, qui intéresse également le F.I.S.E. (1), a exigé une étroite collaboration entre le F.I.S.E., l'O.M.S. et la F.A.O. »

Enfin, rappelons également la part active que prennent actuellement dans la lutte contre la malnutrition de nombreux organismes publics ou privés, comme par exemple le « National Research Council of the United States ».

(1) F.I.S.E. Fonds International de Secours à l'Enfance.

PREMIERE PARTIE

ETUDE PRELIMINAIRE

CHAPITRE I

Aspects cliniques réalisés par les états de malnutrition

CHAPITRE II

Problèmes de prévention et de traitement

CHAPITRE I

LES ETATS DE MALNUTRITION

- 1° LE KWASHIORKOR TYPIQUE A FORME OEDÉMATEUSE.
- 2° L'HYPOTHREPSIE ET L'ATHREPSIE PAR INSUFFISANCE ALIMENTAIRE GLOBALE.
- 3° LES ÉTATS MIXTES OU INTRICUÉS.
- 4° FACTEURS PATHOGÈNES SURAJOUTÉS.
- 5° ESSAI DE CLASSIFICATION.

Les états de malnutrition ne constituent pas un type de maladie parfaitement défini et invariable, mais groupent des tableaux assez différents [46, 70, 91, 93, 179].

1° Le kwashiorkor typique, à forme oedémateuse, réalise l'ensemble clinique et biologique le mieux individualisé, avec [24, 57, 82, 113, 155, 183] :

- des troubles digestifs, principalement diarrhée et anorexie, d'allure subaiguë ou chronique, qui précèdent en règle les autres signes ;
- des troubles du comportement psychique donnant à l'enfant « l'aspect triste, apathique, misérable » (CLARK) ;
- une hypotonie musculaire ;
- un déficit pondéral variable, parfois en partie masqué par les oedèmes [154] ;
- un retard statural peu important ;

— un syndrome physique frappant :

- infiltration œdémateuse du tissu sous-cutané sans épanchement des séreuses (et en règle sans albuminurie) ;
- altérations cutanées souvent dites « pellagroïdes », bien qu'elles siègent sur les régions non découvertes :
 - dépigmentation,
 - hyperchromie,
 - desquamation sèche ou suintante ;
- lésions des muqueuses :
 - cheilose angulaire,
 - langue dépapillée, lisse, vernissée ;
- modifications des cheveux : parfois décolorés, souvent clairsemés par endroits, et surtout fragiles, cassants, cédant facilement à une faible traction ;
- l'hépatomégalie et l'anémie notées dans certains pays n'ont pas été retrouvées avec une fréquence particulière au Sénégal [57] ;

— des stigmates biologiques caractéristiques :

- hypoprotéinémie importante par effondrement de la fraction albumine du sérum [41, 151] ;
- déficits enzymatiques multiples, principalement pancréatiques, dans le sang et les sécrétions digestives ;
- hypotonie osmotique modérée des liquides extra-cellulaires avec baisse souvent marquée de la kaliémie [114] ;

— des lésions anatomiques surtout nettes au niveau du parenchyme hépatique et du tissu exocrine du pancréas [156] :

- stéatose débutant et prédominant au voisinage des espaces portes [169] ;
- atrophie du pancréas exocrine [124] ;

— enfin un pronostic remarquablement influencé par une alimentation riche en protéines de haute valeur biologique, même en l'absence de vitaminothérapie.

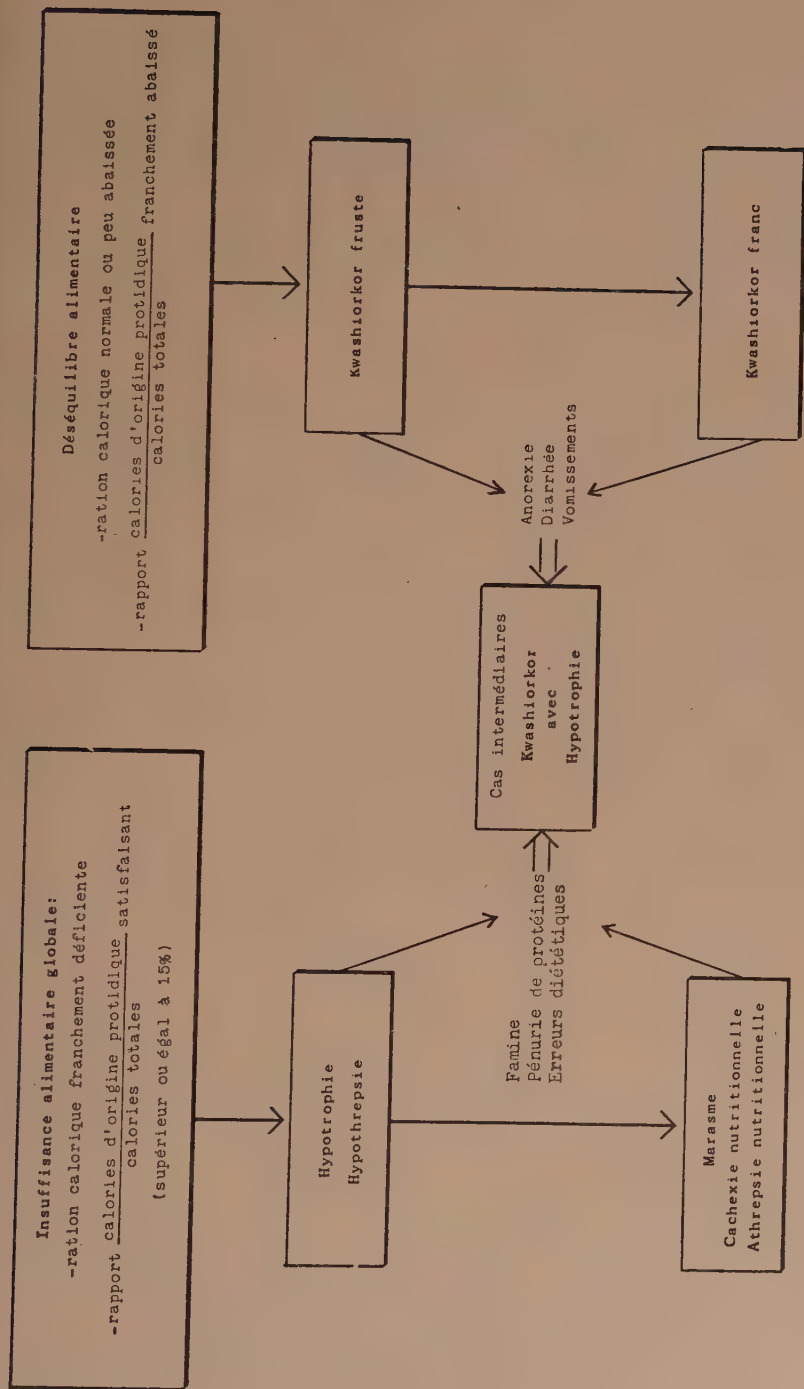


Fig. 2. — Les différents états de carence alimentaire.

2° A ce tableau du kwashiorkor typique on peut schématiquement opposer celui de la sous-nutrition, caractérisé essentiellement par un déficit pondéral important, par atrophie simultanée du panicule adipeux sous-cutané et des masses musculaires, avec retard fréquent du développement statural.

Cet état ne s'accompagne d'aucun des signes habituels de la malnutrition protéique et l'on n'y retrouve en particulier :

- ni œdèmes,
- ni hypoprotéïnémie,
- ni stéatose hépatique.

Un tel tableau n'est qu'exceptionnellement rencontré à l'état pur ; il n'est en effet réalisé que lorsque le régime, n'apportant qu'une ration calorique trop faible, apporte quand même suffisamment de protéines.

3° En fait, les cas intermédiaires, ou intriqués, sont les plus nombreux :

Dans le kwashiorkor, la survenue de vomissements entraîne très vite un état d'insuffisance alimentaire.

Dans le marasme, il est exceptionnel que l'insuffisance alimentaire demeure équilibrée : il s'agit d'états de famine dans lesquels la population, surtout infantile, reçoit essentiellement des céréales et des tubercules ; le régime devient donc déséquilibré et se rapproche lui aussi des cas intermédiaires.

Ces faits sont schématisés par SÉNÉCAL dans la figure 2.

Mais pour ce dernier, la distinction reste importante, car le traitement de ces deux formes diffère :

- régime hyperprotidique dans le kwashiorkor,
- régime équilibré dans la sous-nutrition.

Dans les formes intermédiaires, les plus fréquemment rencontrées, il est certain que le degré de sous-nutrition est un facteur aggravant, comme cela apparaît dans le rapport de SÉNÉCAL au 9° Congrès International de Pédiatrie (Montréal, 1959) [170].

Ceci est également l'opinion de GOMEZ, qui distingue trois degrés de gravité selon l'importance du déficit pondéral [70, 71, 72] :

- malnutrition du premier degré lorsque le poids est compris entre 76 et 90 % du poids moyen théorique ;
- malnutrition du deuxième degré lorsque le poids est compris entre 61 et 75 % du poids moyen théorique ;

— malnutrition du troisième degré lorsque le poids est inférieur à 60 % du poids moyen théorique.

Pour rendre compte de la multiplicité des intrications possibles entre ces deux facteurs — sous-nutrition globale et malnutrition protéique — selon leur part respective et aussi selon leur degré de gravité, BEHAR et ses collaborateurs ont imaginé un graphique à trois dimensions en forme de pyramide, qui permet de situer tous ces états intermédiaires [18].

4° Sous-nutrition et malnutrition protéique ne sont pas toujours seules en cause, car d'autres agents pathogènes peuvent venir compliquer la maladie :

- carences vitaminiques, surtout A, mais aussi à un moindre degré, B ou C ;
- carences minérales : en fer dans certaines zones ; en sodium et en potassium dans certaines conditions.

Ainsi se trouverait justifié le terme de « syndrome de polycarence de l'enfance » utilisé en Amérique Centrale pour désigner un état identique au Kwashiorkor africain (AUTRET et BÉHAR) [17].

Surtout infections et parasitoses nous paraissent des facteurs aggravants et souvent déclenchants d'importance capitale. A Dakar, la rougeole intervient à ce titre dans près d'un tiers des cas ; il faut aussi citer le rôle possible de la tuberculose initiale, du paludisme, des parasites intestinaux ; et surtout réserver une place de choix aux diarrhées microbiennes, responsables d'une lourde mortalité dans ces pays, et qui ajoutent leurs perturbations hydro-électrolytiques à celles du Kwashiorkor, créant des tableaux de pathogénie complexe et de pronostic redoutable.

5° Compte tenu de ce qui précède, nous avons adopté, pour les états de malnutrition, les termes et définitions suivants :

MALNUTRITION PROTÉIQUE :

- a) Kwashiorkor, forme franche, avec en particulier œdèmes et troubles cutanéomuqueux ;
- b) Kwashiorkor, forme fruste, avec signes cliniques et biologiques souvent discrets, non au complet ;

- c) Pré-kwashiorkor, période qui précède le sevrage se traduisant essentiellement par un ralentissement ou un arrêt de la croissance pondérale et dont les signes biologiques ne sont pas encore précisés.

INSUFFISANCE ALIMENTAIRE GLOBALE :

- a) Hypotrophie ou hypothrepsie, forme moyenne ;
b) Athrepsie ou cachexie nutritionnelle, forme extrême (« Marasmus » pour les auteurs anglo-saxons).

CAS INTERMÉDIAIRES :

- Kwashiorkor avec hypotrophie ou « marasmic kwashiorkor » des auteurs anglo-saxons.

CHAPITRE II

PROBLEMES POSES PAR LA PREVENTION ET LE TRAITEMENT DE LA MALNUTRITION PROTEIQUE

Satisfaire les besoins caloriques et azotés de l'organisme domine le traitement curatif et préventif de la malnutrition protéique. Ceci nous conduit à envisager quelques principes généraux sur les besoins en protéines et les moyens de les satisfaire [63, 87, 135].

1° Rappel théorique sur la couverture des besoins azotés.

2° Applications pratiques au traitement et à la prévention de la malnutrition protidique infantile.

1. — Rappel théorique

Toutes les formes d'azote ne conviennent pas de manière égale aux besoins alimentaires. Les protéines en constituent la source principale : leur dégradation par les enzymes digestifs libère des composants azotés élémentaires : les acides aminés. Une distinction fondamentale s'impose en physiologie entre les acides aminés indispensables, dont l'organisme est incapable de faire la synthèse, et qui doivent être obligatoirement présents dans l'alimentation, et les acides aminés « dispensables » qui n'interviennent que pour la couverture du besoin quantitatif d'azote.

Les acides aminés indispensables, ou « essentiels » pour l'homme adulte sont au nombre de huit : isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine. Il faut ajouter pour l'enfant l'histidine.

En fait, pour JACQUOT et VIGNERON [87], ils ne sont, à l'exception de la lysine et de la thréonine, que relativement indispensables, car l'organisme est capable de les synthétiser, mais à un rythme trop lent pour les besoins des tissus.

L'aptitude d'une protéine ou d'une combinaison de protéines alimentaires à couvrir les besoins azotés d'un organisme dépend de la nature de l'aliment azoté, des autres composants de la ration, et de l'état du sujet.

A. — *Rôle de la nature de l'aliment azoté.*

La pratique des bilans azotés permet de dégager deux notions principales :

- *Valeur biologique,*
- *Digestibilité.*

B. — *Rôle des autres composants de la ration.*

C. — *Rôle de l'état du sujet :*

- a) âge,
- b) état nutritionnel,
- c) états pathologiques.

A. — **Nature de l'aliment azoté**

La valeur de l'aliment azoté dépend non seulement du taux de protéines apporté par l'aliment, mais de la composition en acides aminés de cette protéine et de sa possibilité de les libérer.

Différentes techniques permettent de mesurer la valeur de l'aliment. Elles se basent en général chez l'adulte sur son aptitude à couvrir les besoins d'entretien ; mais il est souvent plus facile de mesurer la croissance d'un organisme jeune ; on a pu également dans certains cas étudier les besoins d'un organisme carencé : traitement du kwashiorkor, animal saigné ou carencé. Mais une réserve s'impose d'emblée : les résultats obtenus chez l'animal ne peuvent être transposés tels quels chez l'homme.

Parmi les méthodes les plus couramment employées, il faut citer [4, 6] :

- la détermination du coefficient d'efficacité protéique, qui est le gain de poids corporel par gramme de protides ingéré, réservé en pratique à l'expérimentation sur l'animal en voie de croissance ;

— la mesure du bilan azoté qui consiste à doser principalement :

I : l'azote ingéré,

U : l'azote urinaire,

F : l'azote fécal total.

Cette méthode est précieuse, car elle permet de dégager deux notions essentielles, celles de valeur biologique et de digestibilité.

I. — Le bilan azoté, quantité d'azote retenue par l'organisme, s'obtient en retranchant l'azote des excréta (U + F) de l'azote ingéré I.

$$\text{Bilan} = I - (U + F).$$

On néglige généralement les pertes azotées dues à la transpiration, à la chute des phanères, à la desquamation des téguments, etc...

II. — L'azote apparemment absorbé est la différence entre l'azote ingéré et l'azote fécal (I - F) et permet d'obtenir le coefficient

$$\text{apparent d'utilisation digestive} \frac{I - F}{I} \times 100.$$

III. — On peut également établir le pourcentage de rétention azotée suivant la formule :

$$\frac{I - (U + F)}{I} \times 100.$$

De plus, si l'on établit la courbe de l'azote retenu en fonction de l'azote ingéré, on peut calculer le coefficient d'utilisation de l'azote total ingéré [63] :

$$\frac{\text{augmentation de l'azote retenu}}{\text{augmentation de l'azote ingéré}} \text{ ou } \frac{\Delta [I - (U + F)]}{\Delta [I]}$$

Ce coefficient porte aussi d'autres noms :

— utilisation protidique nette,

— valeur biologique nette, terme qui prête à confusion avec la valeur biologique proprement dite (V.B.). En effet, ce coefficient (valeur biologique nette) est la résultante de deux facteurs, la digestibilité et la valeur biologique.

IV. — A côté du coefficient apparent d'utilisation digestive, on peut calculer la digestibilité réelle ou coefficient d'utilisation digestive

(C.U.D.) qui fait intervenir un nouveau facteur, l'azote résultant du métabolisme intestinal ou azote fécal endogène (Fm) (1).

Cet azote se retrouve dans les matières fécales et s'ajoute à l'azote « ingéré et non absorbé ». Dans le coefficient d'utilisation digestive, il doit donc être déduit de l'azote fécal, et la formule devient alors :

$$\text{C.U.D.} = \frac{I - (F - F_m)}{I} \times 100.$$

V. — Si l'on établit la courbe de l'azote retenu en fonction de l'azote réellement absorbé, on peut calculer le coefficient d'utilisation de l'azote absorbé [63] :

$$\frac{\text{augmentation de l'azote retenu}}{\text{augmentation de l'azote absorbé}} \quad \text{ou} \quad \frac{\Delta [I - (U + F)]}{\Delta [I - (F - F_m)]}$$

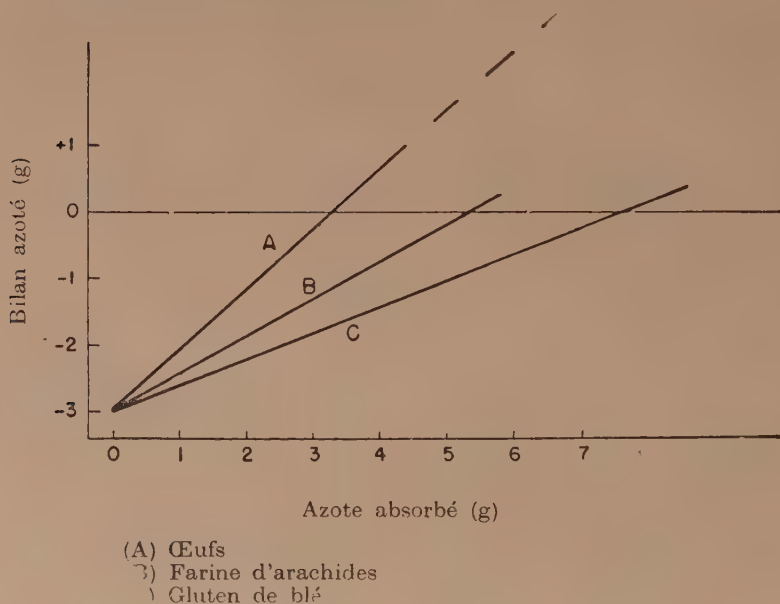


Fig. 3. — Détermination de la valeur biologique de trois protéines sur des sujets humains (d'après « Besoins en protéines », *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, N° 16).

(1) On peut déterminer la valeur de Fm durant une période où le sujet est privé de tout apport azoté alimentaire.

On considère ensuite que cette valeur reste constante lorsque l'on modifie le régime. De cette manière, DE MAEYER [53] a pu estimer l'azote fécal endogène à 42 mg/kg/24 chez des enfants du Kivu (Congo ex-belge) (ce qui représente l'équivalent, pour un enfant aux environs de 5 ans, de 4 à 5 g de protéines par jour).

La valeur biologique est le coefficient d'utilisation de l'azote absorbé lorsque les bilans sont négatifs ou nuls. En effet, dans ces conditions, le coefficient est une constante. Par contre, lorsque l'azote absorbé augmente et que les bilans azotés deviennent positifs, la fonction devient curviligne et le coefficient varie.

Ainsi apparaît une relation importante : l'utilisation protidique nette est en pratique le produit de la valeur biologique par le coefficient d'utilisation digestive, ce qui nous amène à examiner plus en détail les facteurs dont dépendent respectivement la valeur biologique et la digestibilité des protéines.

Valeur biologique.

La valeur biologique, qui rend compte de l'aptitude d'une protéine alimentaire à participer à la constitution des protéines spécifiques de l'organisme, dépend de plusieurs facteurs :

1. — Existence en quantités suffisantes de tous les acides aminés indispensables :

Si l'un d'entre eux est déficient, on exprime son déficit en pourcentage par rapport à la teneur en cet acide aminé d'une protéine de haute valeur biologique prise pour référence (on utilise généralement l'œuf entier).

Lorsque dans une protéine il y a plusieurs acides aminés déficients, l'acide aminé dont le pourcentage de déficit est le plus élevé (X) constitue le facteur limitant primaire : il sert à définir la classe chimique de la protéine $= 100 - X$. MITCHELL et BLOCK [107] ont montré qu'il existait une relation très étroite entre la valeur biologique et la classe chimique d'une protéine : cette relation ne possède pas, comme ils s'étaient efforcés de l'établir, la rigueur d'une équation mathématique (1) mais elle n'en conserve pas moins une très grande importance pratique, car, d'une part, il devient possible de prévoir la valeur biologique d'une protéine par simple dosage des acides aminés essentiels, d'autre part la différence qui sépare les protéines d'origine végétale, de médiocre V.B., des protéines d'origine animale, dites nobles, n'apparaît pas fondamentale. En effet, tous les acides aminés essentiels sont communs au règne végétal et au règne animal ; seule compte pour l'organisme la couverture de ses besoins ; et celle-ci peut être assurée

(1) Valeur biologique $= 102 - 0,634 x$.

par des protéines végétales, sous réserve d'un choix et d'associations judicieux. Il devient même possible de concevoir une troisième source d'aliments azotés : les acides aminés de synthèse [25]. Il suffit pour cela de prendre pour modèles les protéines naturelles de haute V.B. pouvant être considérées comme bases de référence, en attendant que soient connus avec exactitude les besoins minimums en chacun des acides aminés essentiels aux différentes étapes de la vie. Il est d'usage de prendre les protéines de l'œuf entier comme base de référence, mais ceci peut se critiquer, car :

- l'œuf n'est pas très pratique à utiliser en expérimentation ;
- la composition en acides aminés de l'œuf entier varie de manière assez grande suivant les auteurs (1) ;

TABLEAU I

*Combinaison-type provisoire d'acides aminés établie
par le Comité F.A.O. des besoins en protéines (Rome 1955)*

	Grammes d'acides aminés par 100 g de protéines	Milligrammes d'acides aminés par gramme d'azote
Isoleucine	4,2	270
Leucine	4,8	306
Lysine	4,2	270
Phénylalanine	2,8	180
Tyrosine	2,8	180
Acides aminés soufrés totaux..	4,2	270
Méthionine	2,2	144
Thréonine	2,8	180
Tryptophane	1,4	90
Valine	4,2	270

(1) Comparer les teneurs en acides aminés pour 100 g de protéines de l'œuf entier dans :

- Besoins en protéines, *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.
- *Aminoacids contents of foods*, p. 10.
- *Le besoin azoté*, JACQUOT et VIGNERON, pp. 86 et suivantes.

- il serait préférable en principe de choisir la protéine la mieux adaptée au besoin étudié (nous verrons que les besoins varient suivant l'âge et l'état du sujet). JACQUOT et VIGNERON [87] donnent six exemples de protéines de référence : l'œuf entier, la viande de bœuf, le poulet, la caséine de femme, la caséine de vache et la lactoglobuline de vache.

Pour tourner cette difficulté, le Comité F.A.O. des besoins en protéines a conçu l'idée d'une protéine de référence théorique, ou combinaison-type d'acides aminés indispensables. Sa composition a été établie (provisoirement) compte tenu des données actuelles sur les besoins en acides aminés et sur la composition des protéines naturelles de haute valeur biologique [63] (tableau I).

Calculée d'après cette « combinaison-type provisoire », la classe chimique prend le nom « d'indice protéique ».

2. — Un certain équilibre doit exister entre les acides aminés ; cet équilibre pour HOLT serait plus important que la quantité minima.

A côté de l'insuffisance, il est certain que l'excès de certains acides aminés joue également un rôle.

JACQUOT énonça, en 1952, la théorie générale des déséquilibres par excès, dont il existe de nombreuses preuves expérimentales :

- l'addition d'un aminoacide autre que le facteur limitant diminue toujours l'efficacité protéique ;
- même l'addition du facteur limitant en excès est nuisible [87].

On ne peut donc pas, en théorie, augmenter indéfiniment la quantité d'une protéine médiocre, et nous verrons que ceci se vérifie aussi dans la pratique.

3. — Il faut que l'organisme puisse disposer de tous les acides aminés indispensables simultanément et en proportion définies selon ses besoins ; ceci ne sera réalisé que si l'alimentation est équilibrée, et l'on aura toujours avantage, comme nous le verrons, à mélanger des protéines de qualité différente au cours du même repas, plutôt que de les donner séparément au cours de repas successifs. Ceci ne sera possible également que si l'hydrolyse que subissent les protéines dans le tube digestif parvient à libérer facilement et à des vitesses voisines les différents acides aminés : nous y reviendrons à propos de la digestibilité.

4. Enfin l'organisme est capable d'utiliser aussi certaines formes d'azote « non indispensable » susceptibles de jouer un rôle d'épargne vis-à-vis des composés indispensables : la cystine, par exemple, permet une économie de méthionine, la tyrosine une économie de phénylalanine. HOLT a pu montrer que les besoins du nourrisson en protéines du lait peuvent être abaissés à 1,30 g (au lieu de 2 g) par kg de poids et par jour si l'on fournit un supplément azoté simplement quantitatif sous forme de glycocolle, d'urée, ou même d'ammoniaque [80].

Digestibilité.

La digestibilité est, selon TERROINE, « le rapport entre les quantités de matière offertes à l'organisme par son alimentation et celles ayant pénétré dans son intimité, la digestion une fois terminée ».

Les acides aminés présents dans les protéines doivent donc pouvoir être facilement libérés de leurs liaisons physico-chimiques par les enzymes digestifs.

Certains acides aminés, pourtant présents en quantité suffisante à l'analyse chimique d'une protéine, peuvent n'être pas utilisables par l'organisme, car bloqués, par des liaisons spéciales : de telles liaisons peuvent apparaître par chauffage, comme c'est le cas pour la lysine de la caséine et du tourteau de coton (réaction de MAILLARD). Certaines protéines peuvent être accompagnées de substances empêchant leur digestion (comme l'antitrypsine du soja, thermolabile). Ainsi il apparaît possible de modifier la digestibilité d'une protéine par des procédés physiques relativement simples, comme la cuisson, ou plus complexes, comme l'hydrolyse.

B. — Rôle des autres composants de la ration

Les composants énergétiques de la ration jouent un rôle d'épargne vis-à-vis des composants azotés : ce rôle sera d'autant mieux assuré que tous les éléments seront associés en proportion équilibrée au cours du même repas. Le rapport :

$$\frac{\text{calories d'origine protéique}}{\text{calories totales}}$$

est un facteur capital de l'utilisation protéique. Un taux de 13 % est

généralement considéré comme optimum pour l'adulte sain (la moitié des protéines étant d'originale animale) ; ce taux doit être d'autant plus élevé que l'enfant est plus jeune.

La digestion des protéines est également influencée par la nature même des composants énergétiques. Ainsi HARPERS [76] pense qu'elle peut être meilleure si le saccharose est remplacé par de la dextrine. Dans le même ordre d'idée, DEAN recommande le maltage des farines non seulement pour faciliter la digestion de l'amidon, mais aussi celle des protéines. La teneur du régime en vitamines a également son importance : la vitamine B 12 est un facteur classique d'anabolisme protéique. Les minéraux interviennent aussi et l'on sait que la synthèse des protéines cytoplasmiques s'accompagne d'une entrée dans la cellule d'ions potassium et phosphate.

Le ballast cellulosique enfin ne se comporte pas comme une substance neutre, mais comme un véritable « agent de désassimilation », en s'opposant à la digestion des protéines, lorsque son taux dépasse certaines limites.

C. — Rôle de l'état du sujet

a) L'âge intervient en premier lieu, l'enfant ayant à faire face à des besoins de croissance d'autant plus grands qu'il est plus jeune, tant en qualité qu'en quantité.

Le Comité F.A.O. des besoins en protéines [63], présidé par le Professeur TERROINE, a estimé en 1955 les besoins minimums moyens de l'organisme sain en protéines de haute valeur biologique, à :

2 g.	environ par kg de poids corporel et par jour entre 1 et 6 mois					
1 g 40	—	—	—	—	—	à 9 mois
1 g 10	—	—	—	—	—	à 2 ans
0 g 80	—	—	—	—	—	à 5 ans
0 g 70	—	—	—	—	—	à 9 ans
0 g 80	—	—	—	—	—	à l'adolescence
0 g 35	—	—	—	—	—	à l'âge adulte

(en dehors de la grossesse de l'allaitement)

Les valeurs représentées graphiquement sur la figure 4 correspondent approximativement aux besoins minimums moyens de protéines, étant admis que :

- I. toutes les protéines reçues sont de haute valeur nutritive ;
- II. il n'y a pas de pertes importantes de protéines par suite d'une digestion incomplète ;
- III. le régime ne varie guère d'un repas à l'autre et les repas sont régulièrement espacés ;
- IV. les sujets sont indemnes de maladie et d'infestation parasitaire.

Le Comité souligne encore le caractère incertain de ces courbes.

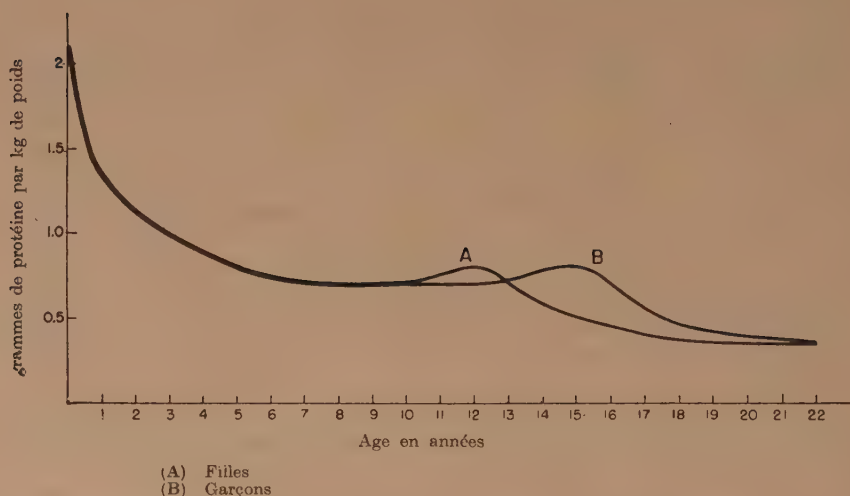


Fig. 4. — *Besoins minimums moyens en protéine de référence d'après l'âge* (d'après « Besoins en protéines », *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16)

Les données de ce graphique sont loin d'être admises par tous. TRÉMOLIÈRES par exemple, estime ces chiffres très insuffisants [177].

Les besoins en acides aminés indispensables du nourrisson semblent plus de dix fois supérieurs à ceux de l'adulte.

Voici les chiffres actuellement établis par HOLT : [80, 81] (Tableau II).

TABLEAU II

Besoins exprimés en mg par kg de poids et par jour

	Histi- dine	Isoleu- cine	Leucine	Lysine	Phény- lalanine (avec tyro- sine)	Méthio- nine (avec cystine)	Thréo- nine	Trypto- phane	Valine
Adulte	0	7,8	8,5	6,05	3,7	3,85	5	2,5	9
Nouris- son	35	90	154 229	90	90	65 (85 sans cystine)	60	30	105

b) L'état nutritionnel du sujet intervient aussi : l'organisme carencé ne se comporte pas comme l'organisme normal. Outre ses besoins de croissance et d'entretien, apparaissent des besoins supplémentaires de réparation, et l'expérience acquise dans le traitement du Kwashiorkor montre que pour les satisfaire, il faut doubler le taux de protéines de la ration, et établir un rapport

$$\frac{\text{calories protidiques}}{\text{calories totales}} \text{ de } 25 \% \text{ au lieu du taux normal de}$$

15 à 16 % chez l'enfant.

En dehors de ce fait, il est vraisemblable qu'un organisme en état de carence s'adapte partiellement à l'alimentation qui lui est offerte et en particulier utilise mieux les protéines mises à sa disposition.

Mais nous possédons peu de données au cours des états de malnutrition protéique sur :

- les modifications de l'équilibre des acides aminés ;
- le rôle spécifique possible de certains acides aminés indispensables ;
- le rôle des acides aminés « non indispensables ».

On connaît également mal le rôle du degré de dénutrition dans les tableaux intriqués, mais on sait qu'une ration calorique élevée est un facteur d'épargne des protéines. On sait également que dans le traitement du Kwashiorkor, il est nécessaire d'augmenter la ration calorique

(d'un tiers environ) en même temps qu'on déséquilibre le rapport. Enfin il semble bien établi que l'atrophie du pancréas exocrine et l'insuffisance enzymatique qui en résulte au cours des malnutritions protéiques entravent l'utilisation digestive des protéines alimentaires : c'est la raison pour laquelle l'utilisation de protéines préalablement hydrolysées est de nature à favoriser grandement la guérison (SÉNÉCAL et DUPIN [143, 155, 163]).

c) Tous les états pathologiques modifient les besoins azotés d'un sujet, en particulier les états dits « cataboliques », intoxications, toxoinfections, infections, parasitoses.

De même toutes les causes supplémentaires de déperdition azotée : protéinuries, fistules digestives, exsudations cutanées (brûlures), suppurations, entéro-colites.

Insistons enfin sur le rôle des agressions d'ordre psychique et émotif, dont le mécanisme nous échappe, mais dont l'importance paraît grande.

Certains de ces états sont fréquemment associés à la malnutrition protéique.

C'est en s'appuyant sur ces données théoriques que nous avons conduit notre expérimentation : nous décrirons plus loin notre méthode d'étude basée sur ces données.

2. — Applications des données théoriques au traitement et à la prévention de la malnutrition protéique

A. — Traitement des formes franches de kwashiorkor

Ce problème, qui n'est pas le but de la présente étude, se trouve traité dans de nombreux ouvrages [179, 156, 143, 44, 50].

I. — Le point essentiel est le régime hyperprotidique :

— Choix des protides. Toutes les protéines de bonne valeur biologique peuvent convenir, mais en pratique on utilise essentiellement le lait.

Pour SÉNÉCAL, il est bon d'y associer, au moins au début, des hydrolysats, pour suppléer à la déficience passagère du pancréas.

— Posologie. Pour SÉNÉCAL, des doses élevées de 6 à 10 g/kg/24 heures sont justifiées.

— Durée du traitement hyper-protidique. Plusieurs semaines sont nécessaires, selon la gravité, pour assurer la reconstitution des réserves protidiques de l'organisme. Ces hautes doses sont tolérées à condition d'augmenter également la ration calorique et d'établir un rapport

$$\frac{\text{calories protidiques}}{\text{calories totales}} \text{ voisin de } 25 \ \%.$$

Les bilans ont montré que la rétention azotée était encore élevée après plusieurs semaines d'un tel régime hyper-protidique [163].

II. — Tous les autres traitements sont des adjuvants dont le plus utile est l'introduction d'un mélange d'ions potassium, phosphate, et sulfate [114] et, si nécessaire, l'antibio-thérapie.

Il faut évidemment couvrir aussi les besoins vitaminiques normaux.

Ce traitement arrive à guérir 80 % des formes franches du Kwashiorkor : la mortalité résiduelle étant due à une infection surajoutée souvent déclenchante, et étant d'autant plus élevée que l'hypotrophie est plus grande. Cette mortalité résiduelle encore importante confirme la nécessité du traitement préventif. Celui-ci doit jouer également pour guérir facilement et relativement à bon marché les formes frustes qui, nous l'avons vu, sont beaucoup plus nombreuses que les formes franches.

B. — Traitement préventif

Le traitement préventif doit tenir compte des conditions étiologiques que schématise parfaitement la courbe de poids de l'enfant de ces régions, de la naissance à 3 ans [139] (fig. 5).

Durant les premiers mois de la vie, l'enfant africain, en contact étroit et permanent avec sa mère, trouve au sein maternel une excellente source de protéines et sa courbe pondérale est supérieure à celle du petit européen, de même que son développement psycho-moteur. Mais bientôt l'allaitement maternel devient quantitativement insuffisant, la croissance pondérale se ralentit, croise celle du petit européen vers 6 mois et va bientôt souvent rester en plateau, car la mère ne sait pas diversifier l'alimentation : c'est le stade de pré-kwashiorkor [137, 140, 141, 147, 58].

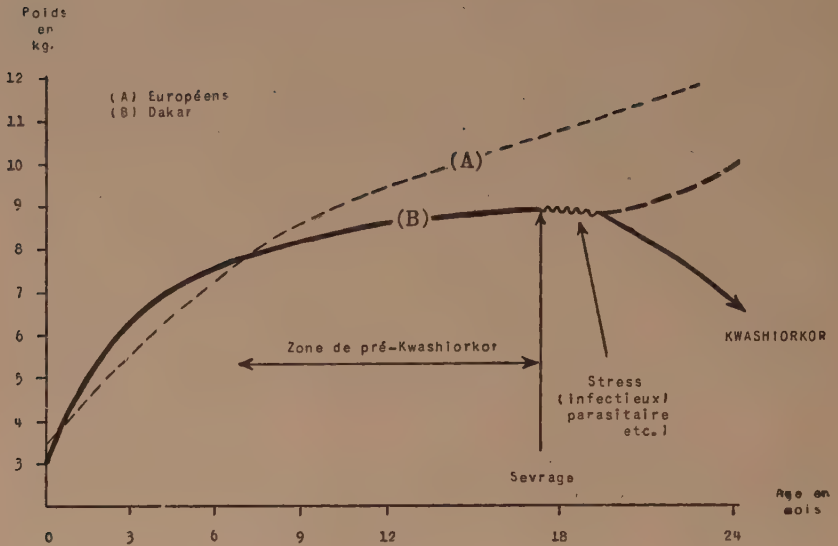
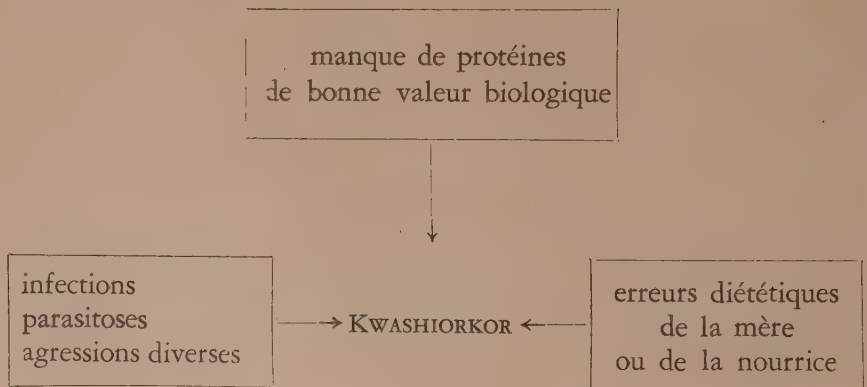


Fig. 5

Vers 18 mois se situe traditionnellement le sevrage, généralement décidé du jour au lendemain, et non compensé par un apport de protéines de bonne valeur biologique, dont on sait la rareté et la cherté en pays tropical; surviennent alors en règle des troubles digestifs.

Qu'une infection ou une parasitose vienne rompre cet équilibre déjà compromis, et c'est l'apparition parfois explosive des signes du Kwashiorkor confirmé.

Trois facteurs décisifs contribuent donc à l'éclosion du Kwashiorkor [138] :



La prévention s'attaquera à ces trois causes :

- I. — Maladies infectieuses et parasitaires : elles posent un problème d'hygiène générale très lié à l'amélioration du niveau de vie.
- II. — Ignorance de la mère : c'est le problème de l'éducation sanitaire des mères de famille qui apparaît comme le point de départ de toute éducation sanitaire valable.
- III. — Manque d'aliments protéiques de bonne valeur biologique et d'un prix de revient suffisamment bas pour que la population puisse les acheter.

Ceci pose un problème d'éducation de la population, mais aussi un problème de production et d'utilisation qui intéresse les nutritionnistes.

C'est à cette dernière partie qu'est principalement consacré notre travail.

SOLUTIONS PROPOSÉES POUR SUBVENIR AUX BESOINS EN PROTÉINES EN PAYS TROPICAL

a) *Prolongation de l'allaitement maternel* [123, 136, 164, 167] :

Cette solution a pu être proposée pour la raison suivante : en mettant, grâce au lait maternel, l'enfant à l'abri du kwashiorkor jusqu'à l'âge de deux ans et demi à 3 ans, peut-être alors pourrait-il mieux se défendre, autour du plat familial, qu'à l'âge traditionnel du sevrage (18 mois). Mais cet argument apparaît bien théorique et deux raisons doivent faire rejeter une telle solution :

— Selon une coutume ancestrale liée à celle de la polygamie, l'épouse reste séparée de son mari jusqu'au sevrage de l'enfant, car une grossesse prématurée équivaldrait à l'abandon de cet enfant. Dans l'esprit du public, l'idée de progrès social va plus ou moins de pair avec celle d'un assouplissement progressif de ces coutumes, et ce serait mal servir la cause de l'allaitement maternel que d'en prolonger la durée.

D'ailleurs, le personnel médical autochtone se refuse à adopter une telle attitude.

— Enfin et surtout le rendement d'une telle opération est très mauvais, comme l'ont montré les distributions de lait écrémé en poudre aux mères africaines :

- par SÉNÉCAL et RAOULT au Sénégal [166],
- par HOLEMANS et LAMBRECHT au Kwango (Congo ex belge) [79].

Dans ce dernier cas, pour 14 g de protéines donnés par jour à la mère (40 g de poudre de lait écrémé), l'enfant n'a reçu qu'un supplément de 0,80 g.

b) A l'opposé de cette méthode naturelle, introduction dans l'alimentation familiale des acides aminés qui font défaut, sous forme synthétique.

Nous avons vu toute l'importance pour la couverture des besoins azotés, des acides aminés essentiels et leur rôle déterminant dans la valeur nutritive d'une protéine.

Il serait donc tentant d'introduire dans les régimes carencés en protéines des acides aminés de synthèse, mais il faudrait pour cela connaître le ou les acides aminés déficitaires, or [27, 29, 74] :

- les enquêtes alimentaires peuvent difficilement évaluer séparément le régime effectivement absorbé par les enfants [143];
- la composition en acides aminés du régime curatif du kwashiorkor ne permet pas de déterminer les acides aminés manquants dans le régime carencé ;
- les études chromatographiques du sang dans le kwashiorkor sont jusqu'ici fragmentaires et discordantes [158] ;
- l'adjonction d'acides aminés au régime carencé d'enfants malnutris n'a pas encore donné de résultats concluants ;
- enfin la production industrielle des acides aminés synthétiques est encore insuffisante pour que leurs prix soient accessibles.

Les tentatives effectuées dans ce sens sont donc restées peu nombreuses : citons, aux États-Unis, l'adjonction de lysine au pain de froment.

c) La seule formule vraiment réaliste consiste donc en l'utilisation rationnelle des sources naturelles de protéines existantes ou susceptibles d'être développées dans le pays même. En effet, si les essais effectués grâce au F.I.S.E. avec le lait artificiel ont montré son efficacité, il s'avère trop onéreux pour que son usage puisse se répandre dans la population lorsqu'il ne sera plus fourni gratuitement par les organisations inter-

nationales. Le problème d'une ration protidique suffisante pour toute la population préoccupe donc à juste titre les gouvernements et chacun cherche la solution économiquement la meilleure.

Celle du lait de vache ou d'autres animaux ne peut guère être retenue dans ces régions. Une industrie laitière locale demanderait des années d'installation et se heurterait à la pauvreté des pâturages, aux épizooties, aux difficultés de récolte et de transport. D'autres solutions peuvent être adoptées, mais il s'agit d'un programme d'ensemble que le Gouvernement doit établir en se basant sur des données précises et sûres.

Parmi les méthodes proposées, citons [155] :

- la culture de certaines céréales ou légumineuses à haute teneur protidique, et à protéines équilibrées en acides aminés : les meilleures sont le soja et le tournesol [13, 15, 42, 49, 134, 184] ;
- l'utilisation de tourteaux d'arachide, de coton, de sésame ;
- le développement du cheptel et l'utilisation rationnelle de celui-ci ;
- l'emploi des algues marines ;
- la création d'étangs familiaux avec pisciculture ;
- l'exploitation des ressources tirées des pêches en rivières, lacs ou mers.

Mais avant d'organiser l'exploitation systématique de ces ressources naturelles, il convient d'en étudier auparavant les qualités nutritives et les conditions de commercialisation.

Le choix des nutritionnistes, dans ces enquêtes préliminaires, est guidé par un certain nombre de considérations fort bien résumées par le Comité Mixte F.A.O.-O.M.S. d'Experts de la Nutrition dans son cinquième rapport [31] :

- ces denrées doivent exister ou pouvoir être produites sur place ;
- les conditions agronomiques et économiques de leur production doivent être telles que ces denrées soient à la portée de tous les Secteurs de la population ;
- leur transport doit être facile, et elles doivent pouvoir se conserver pendant longtemps sans réfrigération dans les conditions locales de température et d'humidité ;
- il faut qu'elles soient exemptes de toutes propriétés toxiques ou nuisibles ;

- il faut qu'elles soient acceptables par leur goût, leur odeur, et leurs autres propriétés physiques et qu'on puisse les incorporer aisément à l'alimentation courante ;
- il faut que leur teneur en protéines soit telle qu'elles complètent efficacement les régimes habituels.

Les sources de protéines dont disposent actuellement les pays tropicaux sont pour une très grande part des produits végétaux [42]. Ces protéines d'origine végétale, à de rares exceptions près, ne possèdent qu'une valeur biologique moyenne ou médiocre, et cela est dû en grande partie, nous l'avons vu, au déficit relatif en un ou plusieurs acides aminés (les facteurs limitants).

Pour pallier ce déficit, deux procédés peuvent se concevoir :

1. Augmenter la ration protéique jusqu'à ce que les besoins minimums de l'organisme soient satisfaits en facteur limitant.

Mais, d'une part, ceci fait augmenter en même temps les autres acides aminés, et nous avons vu qu'il est toujours souhaitable de respecter un certain équilibre.

D'autre part, les protéines de valeur biologique inférieure à 60 sont reconnues inaptes à satisfaire les besoins de croissance et d'entretien, même ingérées en grande quantité.

Ce procédé n'est donc applicable que dans certaines limites. Le Comité de la F.A.O. des besoins en protéines [63] en donne une recette pratique :

Les « besoins minimums moyens » en protéine de haute valeur biologique étant de P pour un individu d'une certaine catégorie (par exemple 1,10 g/kg/jour pour un enfant de 2 ans), ils seront de :

$$100$$

$$P \times \frac{100}{75} \text{ en une protéine d'indice protéique 75 (soit 1,47 g/kg/jour}$$

dans l'exemple choisi).

De plus, le Comité recommande une marge de sécurité pour tenir compte des variations des besoins selon les individus :

$$1,47 \times 1,5 = 2,20 \text{ g/kg par jour.}$$

Ce dernier chiffre est « l'allocation pratique de sécurité ». Cette méthode d'estimation a fait l'objet de très vives critiques, mais il faut retenir qu'elle n'est dans l'esprit même de ses auteurs qu'une recette pratique très approximative applicable seulement à une grande collectivité.

2. La nature du facteur limitant et la grandeur du déficit n'étant pas les mêmes pour chaque protide, on peut corriger la valeur d'une protéine végétale en l'associant judicieusement à une autre : c'est le principe de la « supplémentation ».

Prenons l'exemple cité par AUTRET (Tableau III), de la supplémentation du maïs par le soja [14] :

TABLEAU III

	Facteur limitant	Pourcentage de déficit	Classe chimique
Protides du maïs	Lysine	—72	28
Protides du soja	Méthionine	—51	49
Protides du mélange ...	Lysine	—46	54

Non seulement l'addition du soja valorise le maïs, ce qui est normal, puisque les protides du soja sont mieux équilibrés que ceux du maïs, mais le classement chimique du mélange maïs-soja est plus élevé que celui du soja seul. Ainsi, en associant deux protides, l'un moyen, l'autre très médiocre, on obtient un mélange plus efficace que le meilleur des deux.

De même une faible quantité de protéines d'origine animale peut valoriser considérablement une protéine ou un mélange de protéines végétales.

De nombreuses associations ont ainsi fait la preuve de leur efficacité :

- céréales - tourteau d'oléagineux,
- céréales-graines de légumineuses,
- deux tourteaux entre eux, etc...

Cette solution visant à améliorer autant la qualité que la quantité des protéines alimentaires, est évidemment la meilleure.

Parmi les produits végétaux dont la teneur en protéines a principalement retenu l'attention, il faut surtout citer les tourteaux d'oléagineux dont les plus intéressants sont ceux de tournesol, de soja, de coton, d'arachide et de sésame [65, 85, 86, 95] (Tableau IV).

TABLEAU IV

*Valeur nutritive des tourteaux
comparée à celle des protéines d'origine animale, d'une part,
et celle des protéines de céréales, d'autre part.*

	Protéines en g/100	Facteur limitant	Pourcentage de déficit par rapport à l'œuf entier	Classe chimique	Efficacité protéique mesurée chez le rat
Œuf entier			0	100	3,8
Tournesol	48 à 52	Lysine	— 47	53	2,5
Soja cuit	48 à 50	Méthionine	— 51	49	2,3
Sésame	35 à 40	Lysine	— 61	39	
Coton cru	50 à 55	Lysine	— 63	37	2
Arachide	50 à 55	Aminoacides soufrés	— 69	31	1,9
Viande		Méthionine	— 29	71	3,2
Lait sec		Méthionine	— 32	68	2,9
Blé		Lysine	— 63	37	1,5
Mais		Lysine	— 72	28	1,2

Sous l'angle de l'efficacité protidique, les tourteaux se situent donc entre les aliments d'origine animale et les céréales. De plus, les facteurs limitants étant différents, il existe de larges possibilités de supplémentation (d'après JACQUOT et FERRANDO) [85].

DEUXIEME PARTIE

L'ARACHIDE ET LE POISSON DANS LA LUTTE CONTRE LA MALNUTRITION PROTEIQUE AU SENEGAL

CHAPITRE I

Etude générale de trois importantes sources de protéines

Le mil., aliment de base.

L'arachide	{	aliments complémentaires
Le poisson		

CHAPITRE II

**Etude expérimentale
des farines de poisson et de tourteau d'arachide
dans l'alimentation de l'enfant et du nourrisson**

CHAPITRE III

Exploitation pratique des résultats acquis

CHAPITRE I

LE PROBLEME DE L'ALIMENTATION EN PROTEINES AU SENEGAL

Nous ne dresserons pas ici un bilan complet et détaillé de toutes les ressources de ce pays [60], mais nous exposerons simplement quelles données de base ont orienté nos recherches sur trois produits : les mils et sorghos constituent la base de l'alimentation dans la plus grande partie du Sénégal surtout en secteur rural. Ces céréales de base ne peuvent pas satisfaire aux besoins azotés de la population, mais deux produits sont susceptibles de les compléter efficacement grâce à leur richesse en protéines : L'ARACHIDE et LE POISSON.

Avant d'exposer les résultats de notre propre expérimentation, nous étudierons, pour chacun de ces produits :

Leur production, leur prix, leur utilisation actuelle, et leur composition.

Les données expérimentales recueillies jusqu'ici par d'autres que nous sur la valeur nutritive de ces produits.

1. — Production, prix de revient, utilisation actuelle et composition

A. — LE MIL.

Mil et sorgho sont deux céréales très voisines.

On estime leur production annuelle totale au Sénégal à 300 000-350 000 tonnes environ.

La presque totalité de cette production est consommée dans les secteurs mêmes qui la produisent, 1/5 environ seulement étant commercialisé.

Le prix de gros des farines et semoules de mil se situait aux environs de 25 à 30 francs C.F.A. par kilo en 1959. Parmi les nombreux mets traditionnels dont le mil constitue la base, il faut retenir principale-

ment, en diététique infantile, le rouye, bouillie préparée à l'eau et ayant subi un début de fermentation : c'est le principal et souvent le seul complément de l'allaitement maternel, dans la période qui précède le sevrage; c'est souvent aussi le seul aliment administré aux enfants présentant des troubles digestifs.

La teneur en protéines des mils et sorghos est assez variable : de 6,25 g pour cent de matière fraîche, pour l'espèce fonio, à 11,4 pour le sorgho. L'espèce pennisetum, la plus répandue, titre en moyenne 11 g pour cent, mais il existe des différences entre la variété souna, hâtive, et la variété sanio, tardive [5].

La composition en acides aminés pour 100 g de protéines du mil est donnée dans le tableau V et comparée à la composition de la protéine de référence théorique de la F.A.O. ou « combinaison-type provisoire » (C.T.P.) d'acides aminés, et à la composition des protéines de l'œuf entier.

TABLEAU V

	C.T.P. g pour 100 g. de protéine	Mil g pour 100 g. de protéine (2)	Mil % de déficit par rapport à la C.T.P.	Œuf entier g. pour 16 g d'azote (1)	Mil % de déficit par rapport à l'œuf
Isoleucine.....	4,2	5,73		6,8	— 16
Leucine	4,8	15,82		9	
Lysine	4,2	3,45	— 18	6,3	— 45
Méthionine.....	2,2	2,45		3,1	— 21
Phénylalanine .	2,8	4,54		6	— 24
Thréonine	2,8	4,1		5	— 18
Tryptophane ..	1,4	2,27		1,7	
Tyrosine	2,8			4,4	
Valine	4,2	6,18		7,4	— 17
Cystine	2	1,36	— 32	2,3	— 41
Acide aminés soufrés totaux .	4,2	3,82	— 9	5,4	— 29

Le mil est donc surtout déficient, comme la plupart des céréales, en lysine (facteur limitant primaire).

Puis viennent les acides aminés soufrés.

(1) Besoins en protéines. *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.

(2) ORR M. L. et WATT B. K. *Aminoacids contents of foods*, décembre 1957, p. 58, rubrique 198.

La tyrosine, dont le taux serait pour certains aux environs de 2 g pour 100 g de protéine, serait donc, elle aussi, un important facteur limitant.

Par contre, le mil est riche en leucine et en tryptophane.

En ce qui concerne les vitamines, les mils se remarquent surtout par leur pauvreté en vitamines du groupe B.

B. — L'ARACHIDE.

Les pays d'Afrique Occidentale d'expression française, Sénégal en particulier, sont parmi les premiers producteurs mondiaux d'arachide [10].

Le Sénégal vient en tête avec une production de 700 000 tonnes par an ces toutes dernières années (très approximativement 1 000 000 de tonnes pour l'ensemble des territoires de l'ancienne A.O.F.).

La presque totalité de cette production est commercialisée.

800 000 tonnes pour l'ancienne A.O.F.

600 000 tonnes pour le Sénégal seul.

Depuis la dernière guerre, le développement remarquable des industries locales de traitement permet de transformer sur place la plus grande partie de cette production:

420 000 tonnes au Sénégal même.

Le pays qui, autrefois, exportait surtout l'arachide en coques, exporte maintenant surtout de l'huile et des tourteaux. Pour ces derniers, la progression a été la suivante pour l'ensemble de l'A.O.F.

TABLEAU VI

Quantités de tourteaux exportées (en milliers de tonnes) par l'ensemble de l'A.O.F.

Moyenne 1948-52	1953	1954	1955	1956	1957
82	127	131	125	141	141

Le Sénégal, à lui seul, en exporte actuellement plus de 100 000 tonnes par an.

Les tourteaux industriels préparés sans précautions spéciales étaient destinés à l'alimentation du bétail, à la préparation d'engrais agricoles ou de produits chimiques (colles, etc...).

Convenablement préparée, la farine de tourteaux d'arachide constitue une précieuse source de protéines alimentaires.

Une telle farine pourrait être produite au prix de gros de 15 à 20 francs C.F.A. le kg.

Les caractéristiques qui font l'intérêt d'une farine de tourteau d'arachide en alimentation humaine dépendent pour une grande part du traitement subi [2] ; les opérations qui permettent d'obtenir une telle farine sont les suivantes :

- a) nettoyage des graines, pour en éliminer les particules de silice susceptibles de provoquer des troubles intestinaux. La silice contenue dans un tourteau est dosée par le taux d'insoluble chlorhydrique ;
- b) triage, afin d'éliminer les graines étrangères, dont certaines peuvent être toxiques ;
- c) décortiquage, destiné à éliminer les coques et téguments ; la présence de ces derniers influe en effet :
 - sur le taux de protéines du tourteau : 30 % pour les tourteaux de graines semi-décortiquées, 50 % pour les tourteaux de graines décortiquées ;
 - sur la digestibilité, chez les mammifères monogastriques ; le ballast cellulosique, ou indigestible glucidique (dosé par le taux d'insoluble formique) est un agent de « désassimilation azotée ».

La F.A.O. recommande à cet effet l'élimination de toutes les coques et d'au moins 90 % des pellicules et des germes, de façon à obtenir une farine contenant moins de 4 % de cellulose (dosée par le taux d'insoluble formique).

d) extraction de l'huile :

Deux procédés peuvent être utilisés : l'extraction par solvant chimique et l'extraction par pression :

- les tourteaux obtenus par pression contiennent en règle un taux de lipides supérieur à 5 % et subissent de ce

fait un rancissement qui détruit la vitamine A et la méthionine : leur conservation n'est donc pas satisfaisante ;

- les tourteaux obtenus par solvants sont beaucoup mieux délipidés (moins de 1 % de lipides) et se trouvent ainsi protégés du rancissement, mais ils sont alors dépourvus de vitamines liposolubles et d'acides gras insaturés. Surtout on a craint pendant longtemps que la persistance de traces de solvants ne les rende toxiques, et ce n'est qu'en mai 1959, lors du Séminaire O.A.A./O.M.S. organisé à Bukavu, que la F.A.O. a autorisé l'usage des tourteaux obtenus par extraction chimique :

« Il semble que l'extraction par solvant donne une farine de valeur nutritionnelle supérieure, en même temps que l'extraction quasi totale des lipides assure une meilleure conservation du produit.

« Le groupe conseil de l'O.M.S. sur l'utilisation des produits alimentaires riches en protéines dans l'alimentation de l'enfant vient d'autoriser l'utilisation pour l'alimentation infantile de farines d'arachide extraites par solvant, à la condition que certains solvants à caractéristiques bien déterminées soient utilisés dans l'extraction. »

En fait, SÉNÉGAL utilise depuis plusieurs années à Dakar une farine extraite par solvant (essence B) produite par l'industrie locale. Distribuée à de nombreux individus, durant des périodes souvent prolongées, cette farine n'a jamais montré la moindre toxicité.

Mais nous verrons que la nature du solvant est importante à considérer. Il faut en effet préciser que si l'huile peut être totalement débarrassée de toute trace de solvant, par un chauffage à 300 degrés sous vide, il est impossible de traiter le tourteau de cette façon, car, quel que soit le procédé utilisé, il faut tenir compte des effets thermiques.

Action de la chaleur sur le tourteau d'arachide : une température supérieure à 120 degrés pendant plus d'une heure (surtout chaleur humide : autoclave) diminue la valeur nutritive par blocage de la lysine (liaisons chimiques enzymo-résistantes de la « réaction de Maillard » entre certains groupes aminés libres et les groupes aldéhy-

diques de certains glucides) : expérimentalement, l'addition de lysine à la farine ainsi détériorée lui rend sa valeur nutritionnelle primitive.

A l'opposé, une cuisson légère exerce une action favorable en libérant la biotine et les acides aminés soufrés qui seraient autrement indisponibles, et en détruisant une antitrypsine inhibitrice de la digestion. Correctement préparée, la farine de tourteau d'arachide contient 50 à 55 % de protéines, dont voici la composition en acides aminés essentiels [94, 103, 104, 130] (Tableau VII) :

TABLEAU VII

	C.T.P. g pour 100 g de protéine	Arachide g pour 100 g de protéine (1)	Arachide % de déficit par rapport à la C.T.P.	Œuf entier g pour 16 g d'azote	Arachide % de déficit par rapport à l'œuf
Isoleucine.....	4,2	4,73		6,8	— 30 %
Leucine	4,8	6,98		9	— 22 %
Lysine	4,2	4,10	— 2 %	6,3	— 35 %
Méthionine.....	2,2	1	— 55 %	3,1	— 68 %
Phénylalanine ..	2,8	5,74		6	— 4 %
Thréonine	2,8	3,08		5	— 38 %
Tryptophane ..	1,4	1,27	— 9 %	1,7	— 25 %
Tyrosine	2,8	4,12		4,4	— 6 %
Valine	4,2	5,70		7,4	— 23 %
Cystine	2	1,73	— 14 %	2,3	— 25 %
Acides aminés soufrés totaux	4,2	2,73	— 35 %	5,4	— 49 %

Le déficit porte donc principalement sur les acides aminés soufrés, en particulier sur la méthionine, plus accessoirement sur la thréonine, la lysine et l'isoleucine.

Mil et arachide sont donc susceptibles de se supplémenter en ce qui concerne la tyrosine et le tryptophane. Mais leur mélange reste nécessairement pauvre en acides aminés soufrés et en lysine, d'où la nécessité d'un troisième produit.

Vitamines du tourteau d'arachide :

Le tourteau d'arachide est dépourvu de vitamine C et de vitamines liposolubles.

(1) *Aminoacids content of foods*, p. 54, rubrique 139.

Il représente par contre une excellente source de vitamines du groupe B, surtout de niacine (élément qui compense en partie sa relative pauvreté en tryptophane).

	FERRANDO, JACQUOT et MÉRAT [65]	F.A.O.	O.R.A.N.A.
B.1	750	840	930
B.2	350	120	
P.P.	25 000	16 000	
En gammas pour 100 grammes.			

Sels minéraux :

Il faut surtout noter la pauvreté du tourteau d'arachide en calcium et le mauvais équilibre phospho-calcique :

Calcium	100 à 150 mg	} pour 100 g en moyenne
Phosphore . . .	600 mg	

D'autre part, le tourteau d'arachide représente une source de fer non négligeable : 3,5 mg pour 100 g (FERRANDO, JACQUOT, MÉRAT).

C. — LE POISSON.

Les quelques chiffres suivants peuvent donner une idée de la richesse des mers qui bordent l'Afrique Occidentale où l'on pêche légèrement plus de poisson qu'en France (Algérie comprise), soit un peu plus du quart de la production totale de l'Afrique.

TABLEAU VIII

*Quantités pêchées en milliers de tonnes (poids brut du poisson frais)
au cours de l'année 1959 [61]*

Total mondial	Total africain	Afrique nord occident.	Afrique nord orientale	Afrique est centrale	Afrique du sud	Afrique ouest centrale	France (Algérie comprise)
35 330	2 080	200	150	150	1 050	530	511

La variété des espèces est grande puisque l'on y trouve en profondeur une faune de mer tempérée et en surface une faune de mer chaude.

La quantité de poisson de mer pêchée le long des côtes du Sénégal est en progression constante, grâce au perfectionnement du matériel artisanal (de très nombreuses pirogues sont maintenant équipées de moteurs) et à l'élargissement du marché (afflux des populations de l'intérieur vers les grandes villes de la côte):

Voici les chiffres donnés par H. DUPIN et THIANAR N'DOYE aux Deuxièmes Journées Médicales de Dakar (décembre 1960) concernant uniquement la pêche artisanale en pirogue :

1950	1954	1956	1959
19 400 tonnes	29 000 tonnes	40 000 tonnes	63 000 tonnes

Quant à la pêche thonière, elle s'est élevée à près de 10 000 tonnes en 1959, mais elle reste à peu près totalement à l'écart des circuits commerciaux sénégalais.

Le produit de la pêche artisanale au Sénégal connaît actuellement les destinations suivantes :

1° la plus grande partie est consommée fraîche dans les agglomérations côtières ;

2° une petite quantité est acheminée par wagons frigorifiques le long de la ligne de chemin de fer Dakar-Niger ;

3° enfin ce qui reste est séché par des procédés artisanaux pour la constitution de stocks familiaux qui seront consommés durant la mauvaise saison. Une partie de ce poisson séché peut sous cette forme être transportée à distance de la côte et utilisée par les populations de l'intérieur.

Plusieurs procédés de séchage sont utilisés par les indigènes :

- procédé ordinaire classique à l'air et au soleil ;
- séchage-fumage par le feu sur claies métalliques, pratiqué dans le « Saloun » ;
- cuisson-séchage (ou grillage) sur des pierres plates chauffées, puis réduction en poudre, pratiquée à Dakar même.

Il est possible que l'amélioration des circuits de distribution déjà existants favorise la production et le commerce et augmente la consommation du poisson à l'intérieur du pays, mais il a jusqu'ici semblé qu'une des meilleures solutions était, pour résoudre les problèmes de

transport et de conservation, la fabrication industrielle d'une poudre dite farine de poisson.

Selon leur qualité et leur provenance, les farines de poisson d'importation pour l'alimentation humaine reviennent actuellement à des prix variables, autour de 80 à 100 francs C.F.A. le kilo.

Principales caractéristiques des poudres de poisson [7, 8, 19, 96, 119] :

On utilise depuis 1835 des farines de poisson pour l'alimentation animale [39], préparées à partir de déchets non comestibles, de poissons non commercialisables et des excédents du marché, selon des procédés souvent assez grossiers ; ces farines ne peuvent convenir à l'alimentation humaine.

Cette dernière exige tout d'abord le choix de certaines espèces appropriées et la fraîcheur de la matière première au moment de la mise en transformation, ce qui ne peut être mieux réalisé que sur les lieux mêmes de la pêche, comme certains équipements modernes le permettent.

Il existe en gros deux procédés classiques de fabrication : le procédé par voie sèche, réservé aux espèces de poissons maigres dits blanc ; le procédé par voie humide, généralement réservé aux poissons gras dits bleus.

Procédé par voie humide :

- a) cuisson ;
- b) passage à la presse du poisson encore chaud, qui élimine une grande partie des huiles et de l'eau (ce résidu liquide est appelé communément Stickwater) ;
- c) déshydratation du tourteau.

Le traitement par voie sèche permet cuisson et séchage au cours d'une seule opération par simple chauffage.

Les farines obtenues par voie humide ne contiennent plus que 10 à 15 % de l'azote total soluble dans l'eau bouillante, alors que les farines obtenues par voie sèche en contiennent 20 à 25 %.

Cette fraction ayant une efficacité protidique nettement inférieure (valeur biologique : $34 \pm 2,3$ contre $97 \pm 0,6$ pour la fraction insoluble), les farines obtenues par voie humide ont une efficacité protidique supérieure. Cependant cette fraction n'est pas sans intérêt, et l'on s'efforce, en particulier en Norvège, de la récupérer. De plus,

les eaux de presse sont également riches en vitamines B, particulièrement en vitamine B 12.

Mais ce qui semble plus important est le procédé de séchage, car les températures élevées sont susceptibles d'altérer la valeur nutritive du produit par blocage de la lysine et peut-être également de la thréonine et de l'arginine.

Il y a risque de détérioration lorsque le poisson est maintenu à une température supérieure à 85° C pendant un temps prolongé, ce qui proscrit les procédés de séchage à la flamme ou à l'air chaud (200 à 320° C).

Les procédés de chauffage à la vapeur ou à l'eau sont assez satisfaisants (60 à 105° C).

L'idéal est réalisé par le séchage sous vide à basse température, mais ce procédé augmente le prix du produit.

Enfin, pour obtenir un produit stable, de bonne conservation, il faut procéder à un déshuilage aussi poussé que possible, et suivant le goût des consommateurs, procéder ou non à la désodorisation de la farine, ce qui implique divers traitements par solvants appropriés.

Ainsi les procédés de fabrication de la farine de poisson sont loin d'être standardisés, et la qualité des farines existant sur les marchés n'est pas égale. Nous ne pouvons que résumer les principaux critères édictés par la F.A.O. pour l'alimentation humaine :

- n'utiliser que des poissons comestibles d'espèces connues ;
- les manipulations doivent avoir lieu dans les conditions d'hygiène habituelles ;
- les températures utilisées ne doivent pas altérer la valeur nutritive du produit ;
- la farine définitive doit contenir :

70 % de protéines au minimum (N : 6,25)		
digestibilité des protéines 90 % au minimum		
valeur biologique 70	minimum	
lysine	9,5 %	—
tryptophane	0,9 %	—
méthionine	3 %	—
cystine	1 %	—
graisse	0,4 %	maximum
cendres	18 %	—
humidité	8 %	—

} des protéines totales

- la finesse, la couleur, la saveur et le goût sont également soumis à certaines normes. De même :
- la stabilité au stockage ;
- la pureté bactériologique ;
- et la salubrité testée par essais sur l'animal.

Les principaux pays producteurs sont : l'Union Sud-Africaine, le Pérou, dont la production a plus que doublé de 1958 à 1959, les pays scandinaves, la Grande-Bretagne, l'Allemagne, les Etats-Unis, la Russie, le Canada, l'Inde et le Maroc.

En Angola, l'artisanat du poisson séché est très développé et les habitudes de la population permettent l'utilisation d'une farine de fabrication locale, non désodorisée.

Une étude d'ADRIAN [1] a montré que ce produit possédait une efficacité protidique absolument analogue à celle des produits industriels ; seules les vitamines B 1 et B 2 seraient touchées par le procédé local. En effet :

- les viscères de certains poissons contiennent une thiaminase qui détruit la vitamine B 1, si le poisson n'est pas éviscéré sur les lieux de pêche ;
- le soleil détruit la vitamine B 2 au cours du séchage.

Bien que de qualités assez inégales, les farines de poisson ont cependant en commun :

- une teneur élevée en protéines :
 - 70 à 80 % pour les produits courants,
 - 80 à 90 % pour les produits raffinés ;
- une teneur en acides aminés assez voisine, dans l'ensemble, des protéines de la viande, variable suivant le poisson utilisé, et suivant la technique de préparation.

Voici, comparée à celle de la protéine de référence théorique, la teneur en acides aminés d'une farine de poisson standard destinée à l'alimentation humaine (Tableau IX).

TABLEAU IX

	C.T.P. g pour 100 g de protéine	Farine de poisson g pour 100 g de protéine (1)	Farine de poisson % de déficit par rapport à la C.T.P.	Oeuf entier g. pour 16 g d'azote	Farine de poisson % de déficit par rapport à l'oeuf
Isoleucine.....	4,2	5,57		6,8	— 18 %
Leucine	4,8	8,14		9	— 10 %
Lysine	4,2	9,71		6,3	
Méthionine.....	2,2	2,66		3,1	— 14 %
Phénylalanine ..	2,8	3,74		6	— 38 %
Thréonine	2,8	5,76		5	
Tryptophane ..	1,4	0,99	— 29 %	1,7	— 42 %
Tyrosine	2,8	2,37	— 15 %	4,4	— 46 %
Valine	4,2	5,14		7,4	— 31 %
Cystine	2	1,84	— 8 %	2,3	— 20 %
Acides aminés soufrés totaux ..	4,2	4,50		5,4	— 17 %

Il faut donc surtout retenir la richesse en lysine et en thréonine des protéines du poisson. Par contre, les acides aminés aromatiques (phénylalanine et tyrosine) et le tryptophane y sont déficitaires par rapport à l'oeuf entier. L'association du poisson au mil et à l'arachide représente cependant *a priori* un excellent moyen de supplémentation, le point faible du mélange restant les acides aminés soufrés.

En ce qui concerne les vitamines de la farine de poisson, nous avons vu l'importance des procédés de fabrication [73].

En alimentation animale, on a pu observer des accidents d'avitaminose E (Creac'h) et peut-être aussi d'hypervitaminose A.

Dans l'ensemble :

- les vitamines liposolubles sont éliminées par le déshuilage ;
- les vitamines B sont principalement affectées par les traitements par voie humide ; la vitamine C est très peu abondante ;
- les farines préparées à partir de poissons entiers représentent une excellente source de calcium [26].

(1) *Aminoacid content of foods*, p. 52, rubrique 95.

Il est également intéressant de disposer du tableau suivant (Tableau X), qui donne les teneurs en acides aminés du mil, de l'arachide et du poisson, non plus pour 100 g de protéines, mais pour 100 g du produit.

Nous avons adopté comme composition en acides aminés essentiels les chiffres suivants — d'après « Amino-acids content of foods » (U.S. Department of Agriculture):

TABLEAU X

	Arachide pour 100 g du produit (51 g % de protéines)	Poisson pour 100 g du produit (76 g % de protéines)	Mil pour 100 g du produit (11 g % de protéines)
Isoleucine	2,41	4,23	0,63
Leucine	3,56	6,19	1,74
Lysine	2,09	7,38	0,38
Méthionine	0,51	2,02	0,27
Phénylalanine	2,93	2,84	0,50
Thréonine	1,57	4,38	0,45
Tryptophane	0,65	0,75	0,25
Tyrosine	2,10	1,8	
Valine	2,91	3,91	0,68
Cystine	0,88	1,40	0,15
Acides aminés soufrés totaux	1,39	3,42	0,42

2. — Expérimentations effectuées antérieurement à la nôtre, sur la valeur nutritive des protéines de l'arachide et du poisson

Elles sont maintenant très nombreuses et nous ne rappellerons que celles qui nous ont semblé les plus démonstratives.

A. — CHEZ L'ANIMAL.

JACQUOT et ses collaborateurs ont effectué au laboratoire de biochimie de la Nutrition du C.N.R.S. (Bellevue) une étude très rigoureuse sur les effets supplétifs de la farine d'arachide, seule ou associée à de

petites quantités d'autolysat de poisson, chez des rats pris au sevrage et soumis à des régimes de base typiquement africains [83, 3] (Tableau XI).

Ces essais peuvent être considérés comme la partie expérimentale sur l'animal de nos propres recherches.

TABLEAU XI

10 lots expérimentaux de 8 rats ont reçu les régimes suivants :

Numéro des lots	Mil	Maïs	Manioc	Amidon	DL Lysine	Farine arachide	Auto-lysate de poisson	Caséine	Huile	Sels
I	90	—	—	3	—	—	—	—	5	2
II	—	90	—	3	—	—	—	—	5	2
III	—	—	90	3	—	—	—	—	5	2
IV	75	—	—	17,4	0,6	—	—	—	5	2
V	75	—	—	8	—	10	—	—	5	2
VI	75	—	—	—	—	18	—	—	5	2
VII	75	—	—	—	—	15	3	—	5	2
VIII	—	75	—	—	—	15	3	—	5	2
IX	—	—	75	—	—	15	3	—	5	2
X (1) ..	—	—	—	72	—	—	—	18	5	2

Les régimes I, II et III sont des exemples d'une alimentation de base du type africain. Les régimes IV, V, VI, VII, VIII et IX correspondent à différents modes de supplémentation protidique. Le régime X est la ration de référence. Les caractéristiques essentielles de ces régimes sont les suivantes :

Numéro des régimes	Teneur en protides (p. 100)	Ac. formique insoluble (p. 100)
I	9,9	18,7
II	7,75	3,35
III	2,75	5,9
IV	8,95	15,6
V	13,65	16,2
VI	17,95	16,6
VII	17,8	16,4
VIII	16	3,6
IX	11,85	5,8
X (1)	16,8	2

(1) Ce mélange contenait en outre 2 p. 100 de mousse de cellulose et 1 p. 100 de mélange de vitamines B.

Le tableau suivant résume les résultats de l'expérience.

TABLEAU XII
Efficacité alimentaire des différents régimes

Numéro des lots	Aliment de base	Supplément protidique	Nombre de décès sur 8 animaux	Croissance en 58 jours (g)	Moyenne par rat, par g de protide ingéré
I	Mil	0	2	14,5	0,49
II	Maïs	0	2	15,5	0,72
III	Manioc	0	8	Tous les animaux meurent après perte de poids (20 % en moyenne)	
IV	Mil	Lysine	2	100	1,75
V	Mil	Arachide 10 %	1	97	1,09
VI	Mil	Arachide 18 %	0	137	1,17
VII	Mil	Arachide 15 % et poisson 3 %	0	159	1,26
VIII	Maïs	Arachide 15 % et poisson 3 %	0	151	1,53
IX	Manioc	Arachide 15 % et poisson 3 %	2	103	1,50
X	Régime de	référence	0	192	1,79

Un régime à base de mil ou de maïs, enrichi en lipides, sels minéraux et vitamines A et D, est incapable d'assurer la croissance normale. Le manioc ne permet même pas l'entretien et entraîne la mort de tous les animaux.

Les mélanges mil-arachide-poisson et maïs-arachide-poisson (inférieurs au régime de référence) sont supérieurs au mélange mil-arachide 18 %, lui-même supérieur aux mélanges

manioc-arachide-poisson,
mil-arachide 10 %,
mil-lysine 0,6 %.

Ces résultats permettent aux auteurs d'avancer que « le mélange 15 % de farine d'arachide + 3 % de farine de poisson représente un aliment de sécurité susceptible d'équilibrer, du point de vue azoté, toutes les rations africaines, y compris celles à base de manioc ».

Il est également intéressant de noter que la lysine seule est capable de supplémenter efficacement le mil (efficacité protidique égale au

régime de référence) et qu'une quantité égale apportée par 18 % d'arachide donne un coefficient d'efficacité protidique inférieur (comme s'il existait alors une mauvaise utilisation de ce supplément azoté du fait d'un excès relatif des autres acides aminés).

Les mêmes auteurs comparent ensuite la valeur nutritive de quatre tourteaux d'arachide d'extraction, obtenus au moyen de quatre solvants différents, et concluent :

« Quel que soit le taux protidique du régime, on note des différences dans l'efficacité du tourteau d'arachide.

« Le produit extrait à l'alcool se montre toujours le meilleur ; celui traité par le trichloréthylène est nettement le moins bon. Les tourteaux extraits par l'essence et par l'acétone hydratée occupent la même position intermédiaire entre les extrêmes précédents.

« Par ailleurs, il semble d'après le taux d'ingestion que le produit extrait au trichloréthylène est moins goûté des animaux que les autres tourteaux. Les différences sont d'autant plus accusées que le taux protidique de la ration est bas. »

De plus, « la différence d'efficacité relève essentiellement de l'utilisation digestive des protides. »

Au total, les expériences effectuées chez le jeune rat donnent pour les protéines de la farine d'arachide :

une valeur biologique voisine de 55,

une digestibilité voisine de 90 % ;

pour les protéines du poisson :

une valeur biologique supérieure à 75 (supérieure à la caséine et à la viande de bœuf : JACQUOT et CREACH) ;

une digestibilité comprise entre 90 et 95 %.

B. — CHEZ L'HOMME ET CHEZ L'ENFANT.

De très nombreux essais ont montré la possibilité d'utiliser pour l'alimentation humaine les farines de poisson et les tourteaux d'arachide [11, 66, 68, 78, 105].

Citons entre autres les travaux de SURE au Chili et de GOMEZ au Mexique pour le poisson, de NICOL au Nigéria et de DEAN en Ouganda pour l'Arachide.

DEMAYER et ses collaborateurs ont procédé au Centre de recherches de Lwiro (Congo belge) à des études très rigoureuses sur la valeur nutritive de divers aliments protidiques chez l'enfant africain [53].

Chez des enfants de 3 à 7 ans convalescents de kwashiorkor, ils comparent, par bilans azotés, l'efficacité de 4 régimes constitués :

- d'une ration de base commune aux 4 régimes, fournissant 25 % de l'azote, sous forme de riz, pain, farine de banane, beurre, huile de palme, sucre et fruits ;
- d'un supplément protéique fournissant 75 % de l'azote, sous forme de :
 - lait écrémé,
 - mélange pois-arachide,
 - farine d'arachide,
 - farine de soja.

Ils aboutissent aux résultats suivants (Tableau XIII).

TABLEAU XIII

	Coefficient de rétention de l'azote absorbé (valeur biologique)	Coefficient de rétention de l'azote ingéré (utilisa- tion protidique nette)	Coefficient apparent d'utilisation digestive	Coefficient d'utilisation digestive
Régime de base + lait écrémé	0,78	0,71	81,89	89,28
Régime de base + mélange poisson-arachide	0,72	0,60	72,82	82,52
Régime de base + farine d'arachide	0,65	0,53	75,50	84,38
Régime de base + farine de soja	0,62	0,53	77,74	85,86

Voici de plus quelques coefficients déterminés par ces auteurs à la suite de très nombreux bilans azotés pratiqués chez des enfants [49] (Tableau XIV).

TABLEAU XIV

	Apport azoté en % de l'apport calorique	Balance azotée (1)	Digestibilité	Valeur biologique	Utilisation protéique nette
Farine d'arachide	6,7 %	10-30 21	91	56	51
Farine de poisson	9,4 %	65-124 92	87	67	58
Lait écrémé	4 %	9-53 26	96	86	83

A Dakar enfin, SÉNÉCAL dirige depuis plusieurs années une enquête destinée à préciser l'acceptabilité, la tolérance et l'efficacité des farines d'arachide et de poisson chez le nourrisson et l'enfant et à étudier les différentes formes sous lesquelles ces produits seront susceptibles en pratique d'être proposés aux consommateurs

- Dans le service de Pédiatrie de l'hôpital africain, 1 400 enfants ont reçu durant des périodes variant de quelques jours à plusieurs semaines, une bouillie par jour contenant :

80 % de mil,
20 % de tourteaux d'arachide,
préparée au lait et sucrée.

- Au Centre de P.M.I., la même bouillie préparée à l'eau a été distribuée très largement pendant plusieurs années (la même bouillie à l'eau a d'ailleurs également été distribuée à l'hôpital).

Généralement très bien acceptées par les enfants, ces bouillies ont également été parfaitement tolérées sans jamais provoquer aucun trouble.

Ceci constitue déjà une excellente garantie d'acceptabilité, de bonne tolérance digestive et de non toxicité (il s'agissait de tourteaux d'extraction par solvant). Mais des études plus précises ont été nécessaires pour confirmer cette tolérance et apprécier la valeur nutritive de ces produits. Le chapitre suivant leur sera consacré.

(1) La balance azotée est exprimée en mg/kg/24 heures ; le chiffre inférieur représente la valeur moyenne ; les chiffres supérieurs, les valeurs extrêmes.

CHAPITRE II

ETUDE EXPERIMENTALE CHEZ LE NOURRISSON ET L'ENFANT DES FARINES DE POISSON ET DE TOURTEAU D'ARACHIDE

Après les résultats très encourageants obtenus chez l'animal, en particulier par JACQUOT et ses collaborateurs, il était nécessaire de soumettre ces produits à une dernière épreuve d' « expérimentation humaine », car, en nutrition plus qu'ailleurs, les résultats de l'expérimentation animale, quelle que soit leur valeur, ne sont pas immédiatement transposables à l'homme.

1. — Méthodes d'étude

Au cours de cette étude, destinée à préciser la valeur protéique de ces aliments, nous nous sommes basés sur :

- leur composition en acides aminés ;
- la pratique des bilans azotés, en vue de déterminer principalement le pourcentage de rétention azotée, et le coefficient apparent d'utilisation digestive ;
- leur aptitude à guérir des états de malnutrition protéique par l'observation clinique, la surveillance biologique et les contrôles histologiques du foie ;
- leur aptitude à maintenir en bonne santé et à assurer la croissance normale d'enfants sains.

Chacune de ces méthodes mérite quelques commentaires.

A. — LA COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS D'UN ALIMENT est le résultat d'analyses délicates comportant des causes d'erreurs. D'autre part, plusieurs échantillons d'un même produit, de provenances diverses, ou de récoltes différentes, peuvent présenter des écarts assez grands. Nous avons pu faire procéder à plusieurs analyses des farines d'arachide employées dans notre expérimentation. Les résultats de ces analyses concordent assez bien avec les chiffres donnés par les tables du Département de l'Agriculture des Etats-Unis que nous avons finalement adoptés.

Mais deux réserves subsistent :

- ces chiffres concernent des produits n'ayant subi aucune préparation culinaire, et non tels qu'ils sont ingérés ;
- « Il n'y a pas concordance absolue entre la teneur de ces aliments en amino-acides et l'aptitude de ces aliments à satisfaire les besoins au sens physiologique du terme. »

TRÉMOLIÈRES [177].

B. — LES RÉSULTATS DU BILAN AZOTÉ doivent être interprétés compte tenu de difficultés techniques et de difficultés d'interprétation :

a) *Difficultés techniques* :

Elles sont avant tout fonction de l'âge de l'enfant.

HOLT a procédé à la mesure du bilan azoté chez des prématurés et des nourrissons au cours des premiers mois, âge où le recueil des excréta n'est pas très aisé, mais où l'immobilisation ne risque pas de modifier les habitudes de l'enfant.

DE MAEYER a pu habituer des enfants de plus de trois ans, au cours d'une phase préliminaire d'entraînement, à recueillir eux-mêmes leurs excréta, selles et urine, séparément, sans avoir recours à l'immobilisation.

Avec SÉNÉCAL, nous avons choisi des enfants de 6 à 18 mois, c'est-à-dire à cette période de la vie où s'installent habituellement les premières manifestations de malnutrition protéique et où doivent porter tous les efforts de prévention. Mais à cet âge il est nécessaire d'immobiliser l'enfant sur lit métabolique, ce qui perturbe sérieusement ses habitudes et son comportement, et ne peut être trop longtemps prolongé.

Cependant le début et la fin du recueil des urines ayant une inévitable imprécision, il est nécessaire de faire porter les bilans sur des périodes d'au moins 3 ou, mieux, 5 jours.

Enfin l'enfant ne s'adapte que progressivement à un nouveau régime, et d'autant plus que ce dernier s'écarte davantage des régimes traditionnels habituels. Cette période d'adaptation qu'il est impossible de préciser *a priori* serait, d'après différents auteurs, de quelques jours.

Nous avons donc pris la précaution d'attendre 5 jours de régime avant de pratiquer les premiers bilans, mais les taux de rétention azotée trouvés par la suite aux bilans successifs semblent bien montrer que l'adaptation n'était pas encore faite après ces 5 jours.

b) *Difficultés d'interprétation.*

Ce sont les plus embarrassantes, car :

- outre la qualité protéique de l'aliment qu'il s'agit précisément d'évaluer, de nombreux facteurs viennent influencer la rétention azotée ;
- la quantité de protéines ingérée ;
- la ration calorique totale, et nous avons vu le rôle des composants énergétiques et du rapport
calories protidiques
calories totales
- la nature même des différents composants non azotés de la ration ;
- la présence dans cette ration de vitamines, de sels minéraux, parfois de substances étrangères (antibiotiques) susceptibles de retentir sur le métabolisme de l'azote ;
- enfin tout ce qui définit l'état même du sujet :
 - son état nutritionnel antérieur,
 - son âge,
 - son état émotionnel (grandement influencé par la pratique du bilan),
 - l'attrait, l'indifférence ou le dégoût que peuvent lui inspirer l'aliment proposé,
 - les incidents pathologiques, patents ou latents, qui risquent de survenir au moment du bilan ,
 - les conditions climatologiques enfin.

C. — L'APTITUDE D'UN ALIMENT A PERMETTRE LA RÉPARATION AZOTÉE D'UN ORGANISME MALNUTRI peut se juger sur :

- la disparition des signes cliniques de malnutrition (œdèmes, signes cutanés et muqueux) ;
- la régénération des protéines sanguines (albumine et fractions globuliniques) ;
- la reconstitution des systèmes enzymatiques (pour nous essentiellement l'amylasémie) ;
- la régression et la disparition de la stéatose hépatique (biopsie du foie).

Mais les résultats obtenus par un régime donné chez un enfant carencé peuvent-ils permettre de penser que le régime est capable d'assurer les besoins normaux, puisqu'il comble les retards existants ?

S'il s'agit d'une guérison complète, oui.

Mais certainement pas s'il ne s'agit que d'une amélioration partielle.

D. — Il est donc indispensable de confronter toutes ces données parcellaires avec L'OBSERVATION PROLONGÉE D'ENFANTS NORMAUX soumis au régime à tester.

Les meilleurs critères restent en effet le maintien d'un état de bonne santé et d'une croissance normale.

Malheureusement, rien n'est plus difficile à définir :

- l'état de bonne santé ne peut se juger que sur une impression clinique d'ensemble où entre une grande part de subjectivité ;
- la croissance est appréciée par comparaison à des moyennes dont chaque individu peut s'écarter, la même mensuration satisfaisante chez un sujet pouvant ne pas l'être chez un autre du même âge.

On sait qu'il existe des différences notables suivant les groupes ethniques, et c'est pourquoi nous avons utilisé, au cours de cette étude, les normes de croissance établies par enquête longitudinale chez l'enfant africain de Dakar par SÉNÉCAL et MASSÉ [157, 160, 162]. Mais on peut toujours se demander si les courbes ainsi établies sont celles d'une croissance idéale pour le groupe étudié. Et de toute façon leur utilisation dans le cas d'un individu donné reste toujours soumise à un facteur d'appréciation personnelle.

Enfin il est primordial que la croissance somatique s'effectue parallèlement à un développement psycho-moteur harmonieux, et l'on sait combien ce dernier est difficile à juger, de par la complexité des facteurs susceptibles de l'influencer.

Nous verrons enfin qu'il y aura lieu de distinguer deux catégories d'enquêtes :

- Celles effectuées sur un nombre restreint d'enfants hospitalisés dans le service de Pédiatrie, dont tous les ingesta sont connus : l'arachide et le poisson venant compléter une ration de base à peu près standard, à base de mil.

Elles permettent une analyse plus précise des facteurs nutritionnels en jeu, mais sont effectuées dans des conditions qui s'écartent notablement de la réalité quotidienne.

- Celles portant sur un grand nombre d'enfants suivis au centre de P.M.I. ou dans des écoles, où seul est connu avec exactitude le supplément distribué.

L'ignorance de l'alimentation familiale de base dans ces cas est l'une des difficultés majeures pour l'interprétation de ce genre de tests, mais le grand intérêt de ces derniers est de reproduire les conditions réelles d'utilisation pratique.

2. — Exposé des essais effectués dans le service de pédiatrie

A. — ADMINISTRATION D'UNE POUDRE DE POISSON à des nourrissons et des jeunes enfants hospitalisés [153].

Cette poudre de poisson était préparée de manière artisanale par le Laboratoire de la Section Technique des Pêches du Sénégal.

Après les tests de toxicité sur l'animal et les examens bactériologiques d'usage, cette poudre a été :

- soit ajoutée au biberon de lait prêt à donner,
- soit ajoutée à une purée ou à une bouillie,
- soit cuite avec la bouillie.

Ces essais ont permis de déterminer :

- les variétés de poisson les mieux tolérées : ce sont dans l'ensemble les poissons maigres. Ces renseignements, joints aux autres caractéristiques (taille, habitudes saisonnières ou, au contraire, pêche possible toute l'année, poissons de surface ou non) sont des facteurs déterminants pour un usage industriel.
- La quantité maxima acceptée par l'enfant : elle varie avec l'âge, pouvant atteindre 60 g par jour chez un enfant de 7 ans, 30 à 50 g à 2 ans. Dans l'ensemble, la tolérance dépasse la dose qui serait suffisante.
- L'âge minimum de tolérance de ces farines : un enfant de 5 mois a reçu jusqu'à 12 g de farine par jour, ce qui prouve que la préparation peut très bien convenir comme aliment complémentaire dès le huitième mois, et surtout au moment du sevrage.

A la suite de ces essais, le Gouvernement Général de l'A.O.F. a décidé d'accorder au service des pêches un crédit de 30 millions de francs C.F.A. destiné à la construction et à l'équipement d'une usine expérimentale pour la fabrication d'une farine de poisson.

Cette usine devait commencer à fonctionner au moment où l'évolution politique amena la dissolution du Gouvernement Général de l'A.O.F.

Par la suite, l'usine subit des tribulations diverses et ce n'est seulement qu'en 1961, grâce aux efforts d'un expert de la F.A.O., que l'usine retourna à sa destination, c'est-à-dire à la mise au point d'une farine propre à l'alimentation humaine et susceptible d'être produite à une échelle industrielle. Faute d'une production locale, les farines utilisées ont donc dû jusqu'ici être importées de l'étranger ; le plus souvent par les soins de la F.A.O., d'abord de l'Afrique du Sud, puis du Maroc et de Norvège.

Cette question de la fabrication d'une farine de poisson au Sénégal même est capitale pour une large commercialisation du produit. On peut raisonnablement espérer que cette entreprise sera menée à bien, dans les années à venir, car il existe une usine-pilote capable de conserver en chambre froide et de traiter 3,5 tonnes de poisson frais par jour ; il existe de plus un projet d'industrialisation qui prévoit la création d'une conserverie de thon, d'une usine de farine de poisson (40 tonnes par jour) et d'une unité de production de farine propre à la consommation humaine .

Si l'on considère la situation privilégiée du Sénégal dans le domaine des pêches, cette question peut et doit être assez facilement résolue pour le plus grand bien de l'ensemble de la population.

B. — UTILISATION DE LA FARINE D'ARACHIDE dans l'alimentation du nourrisson bien portant.

B 1. Farine d'arachide en bouillies sucrées à l'eau données séparément.

B 2. Farine d'arachide mélangée à d'autres aliments, sous forme de bouillies composées.

B 1. — *Farine d'arachide en bouillies sucrées à l'eau données séparément.*

Dans un premier groupe d'observations destinées à préciser l'acceptabilité, l'arachide était donnée séparément sans être mélangée au reste de la ration :

Les enfants recevaient, à des heures différentes, soit des biberons de lait, soit des biberons contenant de la farine d'arachide (préparée à l'eau et sucrée).

La farine d'arachide était donc donnée en remplacement d'une partie de l'alimentation lactée.

B 1 a) A l'hôpital, cette étude a été effectuée sur 14 enfants dont l'âge était compris entre 2 et 13 mois.

2	étaient	âgés	de	2	mois	au	début	de	l'expérimentation
2	—	—		3		—		—	
2	—	—		4		—		—	
4	—	—		5		—		—	
2	—	—		6		—		—	
1	—	—		10		—		—	
1	—	—		13		—		—	

La quantité de farine d'arachide donnée dans un repas fut établie en fonction de l'âge de l'enfant, ainsi que l'indique le tableau XV.

TABLEAU XV

Age	Composants du biberon	Un biberon représente environ			
		Protides	Lipides	Glucides	Calories
2 mois	15 g farine arachide	7,5	0,6	14	93
	10 g sucre				
	120 g eau				
3 mois	18 g farine arachide	9	0,7	15	100
	10 g sucre				
	130 g eau				
5 mois	20 g farine arachide	10	0,8	15,5	110
	10 g sucre				
	150 g eau				
6 mois et au-dessus	25 g farine arachide	12,5	1	17	130
	10 g sucre				
	180 g eau				

Nombre de repas constitués par la farine d'arachide :

Ces 14 enfants reçurent d'abord pendant 7 à 15 jours un seul biberon de farine d'arachide, les autres repas restant ceux habituellement donnés à un enfant de cet âge privé de lait maternel, c'est-à-dire lait demi-écrémé (quantité et dilution habituelles) ou pour les enfants les plus âgés, lait entier, bouillie et légumes.

La tolérance digestive étant bonne, on remplaça chez 10 enfants un autre biberon de lait par une seconde bouillie de farine d'arachide. L'acceptabilité fut satisfaisante.

Alors, chez 4 enfants, on donna trois fois par jour un biberon de farine d'arachide (25 grammes), sans provoquer de troubles digestifs. Ces enfants étaient respectivement âgés de 6, 7, 10 et 13 mois et recevaient donc 75 g de farine d'arachide par jour. Ce régime fut maintenu pendant un mois en moyenne (17, 23, 27 et 42 jours).

Cependant, l'essai ne put être prolongé plus longtemps parce que l'appétit diminuait et même, chez trois enfants, un certain dégoût pour les biberons de farine d'arachide se manifesta.

B 1 b) Une étude similaire a été effectuée dans une pouponnière en ville, et porte sur 11 enfants.

Trois fois l'essai d'alimentation avec la farine d'arachide a dû être interrompu après quelques jours (de 3 à 8 jours), l'un des enfants était âgé de un mois, un autre de 5 mois, le dernier de 24 mois.

Les huit autres enfants, âgés de 2 à 16 mois au début de l'essai, acceptèrent la bouillie de farine d'arachide pendant plusieurs semaines. Quatre d'entre eux (âgés de 6 mois, 6 mois et demi, 13 et 16 mois) reçurent trois biberons contenant chacun 25 g de farine d'arachide, 10 g de sucre et 180 g d'eau pendant 3 ou 4 semaines : interruption pour diarrhée dans deux cas et baisse de l'appétit chez les deux autres.

L'enfant le plus âgé, M. H. D., reçut de la farine d'arachide *pendant 113 jours* ; 1 puis 2 biberons par jour furent bien tolérés ; 3 biberons (soit 75 g de farine) furent acceptés pendant 25 jours, mais l'enfant manifestait une anorexie élective pour cet aliment.

On peut résumer ce premier essai en disant :

- la tolérance digestive fut bonne (nous devons préciser cependant que le poids du bol fécal n'a pas été étudié) ;
- l'acceptabilité fut assez bonne dans l'ensemble, mais la plupart des enfants ont paru se lasser de cet aliment quand ce régime était maintenu plus de 6 semaines (bien que trois fois l'essai fût poursuivi plus de 80 jours, la durée la plus longue étant de 113 jours), et surtout quand la ration quotidienne comportait plus de 50 g de farine d'arachide.

B. 2. — *Dans un second groupe d'observations, la farine d'arachide fut mélangée au reste de la ration.*

Cette formule est beaucoup plus rationnelle.

B 2. a) Conditions d'expérimentation. — La farine d'arachide fut mélangée aux autres aliments composant la ration (lait demi-écrémé, farine de mil, sucre, eau) et ce mélange fut réparti également sur tous les repas de la journée. L'inconvénient de cette façon de faire est que l'alimentation est terriblement monotone.

La quantité de farine d'arachide donnée quotidiennement fut de 60 g, puis 80 g par jour pendant une période de 3 à 9 semaines.

Secondairement, on augmenta la quantité de farine d'arachide en diminuant proportionnellement les autres composants de la ration pour que l'apport calorique demeure d'environ 100 à 130 calories par kilogramme de poids corporel.

Le régime fut donc volontairement très riche en farine d'arachide, 125 ou 140 g par jour, ce qui correspond à 20 ou 23 g/kg poids corporel, le but de cette expérimentation étant d'étudier les manifestations d'intolérance.

L'étude fut faite dans « l'Unité Recherche » du service de Pédiatrie, sur quatre enfants apparemment sains, bien que présentant un retard staturo-pondéral (ces quatre enfants avaient perdu leur mère le jour même de l'accouchement et avaient été élevés artificiellement en milieu hospitalier. Deux d'entre eux étaient nés prématurément).

Une fille âgée de 5 mois pesant 5 100 g au début de l'expérimentation (Obs. 1).

Une fille âgée de 5 mois et demi, pesant 4 150 g au début de l'expérimentation (Obs. 2).

Un garçon âgé de 7 mois et demi, pesant 4 750 g au début de l'expérimentation (Obs. 3).

Un garçon âgé de 8 mois et demi, pesant 5 050 g au début de l'expérimentation (Obs. 4).

B 2. b) Etude de l'acceptabilité et de la tolérance digestive.

L'acceptabilité fut améliorée par rapport à l'essai précédent.

Les doses de 60 ou 75 g par jour furent parfaitement acceptées (alors que ces doses n'avaient pu être maintenues que peu de jours dans l'essai précédent).

On put rapidement augmenter la quantité de farine d'arachide en diminuant proportionnellement les autres composants de la ration (lait demi-écrémé, sucre).

On put atteindre le taux quotidien de :

125 g par jour chez les deux filles alors âgées l'une et l'autre de 7 mois et demi, et pesant respectivement 4 950 g et 6 500 g (le retard pondéral initial a été mentionné précédemment) ;

140 g par jour chez les deux garçons alors âgés de 9 mois et demi et 10 mois et pesant respectivement 5 700 et 5 800 grammes.

La composition du régime pour 24 heures est donnée dans les tableaux XVIII et XX.

Il est à noter dans ce type de régime, que 36 % de l'apport calorique total étaient d'origine protidique, proportion évidemment anormale.

Aucun des enfants ne manifesta d'anorexie malgré la monotonie de l'alimentation durant cette expérimentation.

La tolérance digestive. — On ne nota pas de troubles digestifs aigus (diarrhée, vomissements).

La tolérance digestive fut satisfaisante durant la période de 3 à 5 semaines pendant laquelle les enfants reçurent 60, puis 80 g de farine d'arachide par jour. Mais quand on atteignit les doses très élevées indiquées plus haut, on constata une augmentation du volume des selles.

Les enfants recevant 125 ou 140 g de farine d'arachide par jour depuis déjà deux mois émettaient des selles de 300 à 350 g par jour, non moulées, de couleur brun clair. L'épreuve au carmin prouva que le transit était accéléré.

On peut résumer cette partie de l'expérimentation en disant que des doses très importantes de farine d'arachide, 125 à 140 g par jour, chez des nourrissons pesant environ 6 kilos au début de l'essai (ce qui représente 20 à 23 g de farine d'arachide par kilogramme de poids corporel) sont acceptées sans déterminer de troubles digestifs aigus, mais que ces fortes doses provoquent une accélération du transit et une augmentation du volume des selles.

Il était intéressant d'atteindre cette première manifestation de mauvaise tolérance, mais il est bien évident qu'il s'agissait là d'une expérimentation et qu'en pratique il y a tout avantage à utiliser des mélanges mieux équilibrés.

Il ne nous a pas été possible d'étudier la digestion par des examens coprologiques.

Pensant que la mauvaise digestibilité pouvait être due au pouvoir tampon très élevé de ces bouillies, nous y avons adjoint de l'acide citrique au moment même de donner le biberon. Une diminution du volume des selles fut alors constatée, chez trois des quatre enfants.

B 2. c) La valeur nutritive de ces mélanges très riches en farine d'arachide peut être appréciée :

- en théorie, par l'étude de leur composition ;
- en pratique, par l'observation prolongée d'enfants soumis au régime.

1° *Sur le plan théorique*, en essayant d'atteindre la limite supérieure de tolérance pour l'arachide, on aboutit à des régimes déséquilibrés.

Nous avons indiqué plus haut la composition du régime en soulignant que 36 % de l'apport calorique total était fourni par des protides.

Les tableaux (XVI à XXI) reprennent la composition de la ration et surtout précisent l'apport en chaque amino-acide indispensable, en comparant pour chacun d'eux la quantité fournie par ces régimes avec

la quantité théoriquement présente dans la combinaison type provisoire (C.T.P.) établie par la F.A.O. (en considérant le même apport en protides).

A titre indicatif, les chiffres de besoins minimums selon HOLT sont indiqués dans la colonne de droite. Ces besoins minimums sont ici calculés pour un enfant de 10 kg ; les quatre enfants étudiés pesaient moins de 10 kg mais on voit que les besoins théoriques sont couverts, même pour les acides aminés soufrés ; ceci n'est point surprenant puisque l'apport protidique de ce régime est anormalement élevé.

On constate en outre que le rapport $\frac{\text{calcium}}{\text{phosphore}}$ est très médiocre, ce qui conduisit, comme nous le signalerons plus loin, à apporter un supplément calcique.

2° *En pratique*, l'étude de la valeur nutritive par observation prolongée a porté sur :

- | | | |
|------------------|---|---|
| — cliniquement | { | la croissance pondérale et staturale ;
l'état général et la trophicité. |
| — au laboratoire | { | la protidémie
l'analyse électrophorétique des protéines sériques
l'urée
la calcémie
la formule sanguine et le taux d'hémoglobine. |

Indiquons d'emblée que de nombreux épisodes infectieux bénins sont survenus malgré l'isolement.

On ne peut pas avancer qu'il y ait eu une diminution de la résistance aux infections, car il faut tenir compte de l'importance des risques de contagion chez des enfants placés dans un service de Pédiatrie où sont hospitalisés chaque jour de nombreux malades.

La croissance pondérale : ces enfants, orphelins, ayant séjourné quelques mois à la crèche, avaient au début de l'expérimentation un important retard pondéral.

TABLEAU XVI

Régime R. 1

	Arachide 70 g	Lait 1/2 écrémé 45 g	Mil 30 g	Sucre 30 g	Total	
Glucides....	18,2	28,3	21	30	97,5	
Lipides.....	2,8	4,5	1	0	8,3	
Protides ...	35	8,1	3,3	0	46,4	
Calories	245	186,3	106,5	120	657,8	
Calcium ...	70 mg	450 mg	9 mg		529 mg	Ca — = 0,6 P
Phosphore .	420 mg	360 mg	102 mg		882 mg	
Fer	2,45 mg	0,375 mg	1,2 mg		4 mg	

A. — Composition du régime :

Farine de tourteau d'arachide 70 g
Poudre de lait demi-écrémé 45 g
Farine de mil 30 g
Sucre 30 g
Eau Q.S.P. 1 000 ml

B. — Répartition de la ration calorique :

Calories d'origine protidique 28 % (dont 82 % d'origine végétale)
— — lipidique 11,5 %
— — glucidique 58 %

TABLEAU XVII

Régime R. 1

Acides aminés

	Arachide 70 g	Lait ½ écrémé 45 g	Mil 30 g	Total	Ac. am. apportés par 46,4 g de C.T.P. (F.A.O.)	% de déficit par rapport à la C.T.P.	Ac. am. apportés par 46,4 g de protéine de l'œuf entier	% de déficit par rapport aux prot. de l'œuf entier	Besoins minimums d'un enfant de 10 kg (HOLT)
Isoleucine	1,69	0,55	0,19	2,43	1,95		3,16	— 23	0,90
Leucine	2,49	1,00	0,52	4,01	2,23		4,18	— 4	1,54
									2,29
Lysine	1,46	0,69	0,11	2,26	1,95		2,92	— 23	0,90
Méthionine	0,36	0,19	0,08	0,63	1,02	— 38	1,44	— 56	0,65
Phénylalanine ..	2,05	0,39	0,15	2,59	1,30		2,78	— 7	0,90
Thréonine	1,10	0,41	0,14	1,65	1,30		2,32	— 29	0,60
Tryptophane ...	0,45	0,12	0,07	0,64	0,65	— 2	0,79	— 19	0,30
Tyrosine	1,47	0,47	?	?	1,30		2,04	?	
Valine	2,04	0,53	0,20	2,77	1,95		3,43	— 19	1,05
Cysine	0,62	0,06	0,05	0,73			1,07	— 32	
Acides aminés soufrés totaux ..	0,98	0,25	0,13	1,36	1,95	— 30	2,51	— 46	0,85

Il est intéressant de comparer la teneur du mélange en acides aminés avec :

- 1° La combinaison-type provisoire d'acides aminés proposée comme protéine de référence par la F.A.O. :

Le déficit porte sur les acides aminés soufrés.

L'indice protéique, du mélange, calculé d'après sa teneur en méthionine, est de 62.

- 2° La composition en acides aminés des protéines de l'œuf entier (1) :

Le déficit prédomine également sur les acides aminés soufrés, mais porte aussi sur la thréonine, l'isoleucine et la lysine.

La classe chimique du mélange, calculée d'après sa teneur en méthionine, est de 44.

- 3° Les besoins minimums en acides aminés essentiels d'un enfant de 10 kg (2) :

Ils se trouvent couverts par la ration, mais assez justement en ce qui concerne la méthionine.

(1) Besoins en protéines. *Etudes de nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.

(2) HOLT L.E., *L'alimentation et la vie*, vol. 46, 1958, n° 10, 11, 12, p. 229, 246.

TABLEAU XVIII

Régime R 2

A. — Composition du régime :

Farine de tourteau d'arachide	125 g
Poudre de lait demi-écrémé	30 g
Farine de mil	10 g
Sucre	40 g
Eau	Q.S.P. 1 000 ml

B. — Répartition de la ration calorique :

Calories d'origine	protidique	: 36 %	(dont 92 % d'origine végétale)
—	lipidique	: 10 %	
—	glucidique	: 54 %	

	Arachide 125 g	Lait ½ écrémé 30 g	Mil 10 g	Sucre 40 g	Total	
Glucides....	32,4	18,9	7	40	98,3	
Lipides.....	5	3	0,35	0	8,35	
Protides...	62,5	5,4	1,1	0	69	
Calories	437,5	124,2	35,5	160	757,2	
Calcium ...	125 mg	300 mg	3 mg		428 mg	Ca — = 0,41 P
Phosphore .	750 mg	240 mg	34 mg		1 024 mg	
Fer	4,375	0,25 mg	0,4 mg		5,025 mg	

TABLEAU XIX

Régime R 2 — Acides aminés

	Arachide 125 g	Lait ½ écrémé 30 g	Mil 10 g	Total	Ac. am. apportés par 69 g de C.T.P. (F.A.O.)	% de déficit par rapport à la C.T.P.	Ac. am. apportés par 69 g de protéine de l'œuf entier (1)	% de déficit par rapport aux prot. de l'œuf entier (1)	Besoins minimums d'un enfant de 10 kg (HOLT)
Isoleucine.....	3,01	0,37	0,06	3,44	2,90		4,69	— 27	0,90
Leucine	4,45	0,67	0,17	5,29	3,31		6,21	— 15	1,54
									2,29
Lysine	2,61	0,46	0,04	3,11	2,90		4,35	— 28,5	0,90
Méthionine.....	0,65	0,12	0,03	0,80	1,52	— 46	2,14	— 63	0,65
Phénylalanine .	3,66	0,26	0,05	3,97	1,93		4,14	— 4	0,90
Thréonine	1,97	0,27	0,04	2,28	1,93		3,45	— 34	0,60
Tryptophane .	0,81	0,08	0,02	0,91	0,96	— 5	1,17	— 22	0,30
Tyrosine	2,62	0,31	?	?	1,93		3,04		
Valine	3,64	0,35	0,07	4,06	2,90		5,11	— 21	1,05
Cystine	1,10	0,04	0,01	1,15			1,59	— 28	
Acides aminés soufrés totaux ..	1,75	0,16	0,04	1,95	2,90	— 33	3,72	— 48	0,85

Il est intéressant de comparer la teneur du mélange en acides aminés essentiels avec :

- 1° La combinaison-type provisoire d'acides aminés (C.T.P.) proposée comme protéine de référence par la F.A.O. :
Le déficit porte sur les acides aminés soufrés.
L'indice protéique du mélange, calculé d'après sa teneur en méthionine, est de 54.
- 2° La composition en acides aminés des protéines de l'œuf entier (1).
Le déficit prédomine également sur les acides aminés soufrés mais porte aussi sur la thréonine, la lysine et l'isoleucine.
La classe chimique du mélange, calculée d'après sa teneur en méthionine est de 37.
- 3° Les besoins minimums en acides aminés essentiels d'un enfant de 10 kg (2) ;
Ils sont tous couverts par la quantité de mélange servant à la préparation de 1 000 ml de bouillie.

(1) Besoins en protéines. *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.

(2) HOLT L.E., *L'alimentation et la vie*, vol. 46, 1958, n° 10, 11, 12, p. 229, 246.

TABLEAU XX

Régime R 3

A. — Composition du régime :

Farine de tourteau d'arachide	140 g
Poudre de lait demi-écrémé	35 g
Farine de mil	10 g
Sucre	45 g
Eau	Q.S.P. 1 000 ml

B. — Répartition de la ration calorique :

Calories d'origine protidique : 36 %, (dont 92 % d'origine végétale).

— — lipidique : 10 %

— — glucidique : 54 %

	Arachide 140 g	Lait ½ écrémé 35 g	Mil 10 g	Sucre 45 g	Total	
Glucides....	36,4	22,05	7	45	110,45	
Lipides.....	5,6	3,5	0,35	0	9,45	
Protides ...	70	6,3	1,1	0	77,4	
Calories	490	144,9	35,5	180	850,4	
Calcium ...	140 mg	350 mg	3 mg		493 mg	Ca — = 0,42 P
Phosphore ..	840 mg	280 mg	34 mg		1 154 mg	
Fer	4,9 mg	0,3 mg	0,4 mg		5,6 mg	

TABLEAU XXI

Régime R 3 — Acides aminés

	Arachide 140 g	Lait $\frac{1}{2}$ écrémé 35 g	Mil 10 g	Total	Ac. am. apportés par 77,4 g de C.T.P. (F.A.O.)	% de déficit par rapport à la C.T.P.	Ac. am. apportés par 77,4 g de protéine de l'œuf entier (1)	% de déficit par rapport aux prot. de l'œuf entier	Besoins minimums d'un enfant de 10 kg (Holt) (2)
Isoleucine.....	3,37	0,43	0,06	3,86	3,25		5,26	— 27	0,90
Leucine.....	4,99	0,78	0,17	5,94	3,71		6,97	— 15	1,54
									2,29
Lysine.....	2,93	0,54	0,04	3,51	3,25		4,88	— 28	0,90
Méthionine....	0,72	0,15	0,03	0,90	1,70	— 47 %	2,40	— 62,5	0,65
Phénylalanine .	4,10	0,30	0,05	4,45	2,17		4,64	— 4	0,90
Thréonine.....	2,20	0,32	0,04	2,56	2,17		3,87	— 34	0,60
Tryptophane ..	0,91	0,09	0,02	1,02	1,08	— 6 %	1,32	— 23	0,30
Tyrosine.....	2,94	0,36	?	?	2,17		3,41		
Valine.....	4,08	0,41	0,07	4,56	3,25		5,73	— 20	1,05
Cystine.....	1,23	0,05	0,01	1,29			1,78	— 28	
Acides aminés soufrés totaux ..	1,95	0,20	0,04	2,19	3,25	— 33 %	4,18	— 48	0,85

Il est intéressant de comparer la teneur du mélange en acides aminés essentiels avec :

- 1° La combinaison-type provisoire d'acides aminés (C.T.P.) proposée par la F.A.O. comme protéine de référence :

Le déficit porte sur les acides aminés soufrés.

L'indice protéique du mélange, calculé d'après sa teneur en méthionine est de 53.

- 2° La composition en acides aminés des protéines de l'œuf entier (1).

Le déficit prédomine également sur les acides aminés soufrés mais porte aussi sur la thréonine, la lysine et l'isoleucine.

La classe chimique du mélange, calculée d'après sa teneur en méthionine est 37,5.

- 3° Les besoins minimums en acides aminés essentiels d'un enfant de 10 kg (2).

Ils sont tous assez largement couverts par la quantité de mélange servant à la préparation de 1 000 ml de bouillie.

(1) Besoins en protéines. *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.

(2) HOLT L.-E. — *L'alimentation et la vie*, vol. 46, 1958, n°s 10, 11, 12 ; p. 229-246.

Le tableau XXII indique le gain de poids enregistré en distinguant deux périodes :

- durant la première période, les enfants ont reçu 60 à 80 g par jour de farine d'arachide ;
- durant la seconde ils ont reçu 125 g par jour pour les deux filles (régime R 2), 140 g par jour pour les deux garçons (régime R 3).

TABLEAU XXII

Gain de poids		
	Première période 60 ou 80 g farine arachide/jour (110-130 calories/kg/jour)	Deuxième période 125 g/jour pour les observations 1 et 2 140 g jour pour les observations 3 et 4 (110-126 calories/kg/jour)
Fille Khalifa Observation 1	4 150 le 15 septembre (âge : 5 mois $\frac{1}{2}$) 4 950 le 21 octobre. gain de poids moyen/jour : 22,2 g	4 950 le 21 octobre (7 mois $\frac{1}{2}$) 6 350 le 13 avril. gain de poids moyen/jour : 8 g
Fille Fatou Observation 2	5 100 le 18 septembre (âge : 5 mois) 6 500 le 27 novembre. gain de poids moyen/jour : 20 g	6 500 le 27 novembre (7 mois $\frac{1}{2}$) 7 750 le 12 avril. gain de poids moyen/jour : 9,2 g
Garçon Massamba Observation 3	4 750 le 31 octobre (âge : 7 mois $\frac{1}{2}$) 5 800 le 24 décembre. gain de poids moyen/jour : 19,5 g	5 800 le 24 décembre (9 mois $\frac{1}{2}$) 7 000 le 10 mai. gain de poids moyen/jour : 8,75 g
Garçon Barthélémy Observation 4	5 050 le 8 novembre (âge : 8 mois $\frac{1}{2}$) 5 700 le 15 décembre gain de poids moyen par jour 17,5 g	5 700 le 15 décembre (9 mois $\frac{1}{2}$) 6 500 le 30 avril gain de poids moyen/jour : 6 g

Dans l'interprétation de ces chiffres, il faut tenir compte du fait que les enfants avaient un plus grand retard pondéral à rattraper durant la première période que durant la seconde.

Cependant, il ressort de ce tableau que le gain de poids est nettement meilleur quand l'enfant reçoit une dose modérée de farine d'arachide que quand il en reçoit une dose élevée (20 g par kg de poids corporel).

Ce fait est à rapprocher de l'augmentation du volume des selles chez les quatre enfants lorsqu'ils recevaient, depuis plus de deux mois, 125 ou 140 g de farine d'arachide.

Le développement psycho-moteur est difficile à apprécier chez des enfants orphelins, élevés en milieu hospitalier depuis leur naissance.

Il n'a pas été noté de troubles de la trophicité ni de troubles imputables à une carence, hormis les petits signes de rachitisme que nous discuterons plus loin.

Examens de laboratoire :

Le taux des protides sériques totaux resta toujours normal.

L'analyse électrophorétique des protides sériques donna également des résultats normaux ; on nota seulement une très légère baisse de l'albuminémie (2,65 %) chez l'enfant de l'observation n° 2 en fin d'expérimentation.

Les tests de floculation hépatique se maintinrent à des valeurs normales.

L'urée sanguine fut élevée (40 à 50 mg %) mais revint à la normale quand on reprit un régime plus équilibré, moins riche en protides.

Cette élévation de l'urée témoigne donc simplement d'un catabolisme azoté important.

Nous avons observé l'apparition de signes de rachitisme. Signes uniquement biologiques *chez les deux garçons* :

Dans l'observation 3 les phosphates alcalines passent de 9,7 à 18.

Dans l'observation 4 les phosphatases alcalines passent de 9,4 à 22 durant le troisième mois de régime, malgré l'administration quotidienne d'un complexe vitaminique apportant 500 unités de vitamine D synthétique.

Chez les deux filles (observations 1 et 2) on nota à la fois une élévation des phosphatases alcalines et l'apparition de signes radiologiques de rachitisme.

Ces faits sont faciles à expliquer : le régime n'apporte qu'une quantité tout à fait insuffisante de calcium et le rapport $\frac{\text{calcium}}{\text{phosphore}}$ est très bas.

(Voir Tableaux XVIII et XX).

Ces constatations nous ont conduit à enrichir le mélange en phosphate tricalcique, ce qui amena la disparition des signes de rachitisme.

Conclusion. — La farine d'arachide peut être utilisée dans l'alimentation du nourrisson ; l'acceptabilité est habituellement satisfaisante, la tolérance digestive est bonne tant que les quantités données à l'enfant restent de l'ordre de 50 à 80 g par jour pour un nourrisson de 5 à 12 mois.

Des doses plus élevées, 125 ou 140 g par jour, ont pu être données à quatre enfants dont l'âge était compris entre 7 et 9 mois et demi, pendant une très longue période (20 semaines). Mais ces fortes doses (de l'ordre de 20 g de farine d'arachide par kg de poids corporel et par jour) représentent un régime très déséquilibré ; il n'a pas été noté de perturbations des constantes biochimiques étudiées, hormis l'élévation de l'urée sanguine, mais le transit digestif fut accéléré, le volume des selles fut nettement augmenté et le gain de poids fut médiocre.

Dans ce dernier type de régime, très riche en farine d'arachide, les besoins en chacun des acides aminés essentiels sont couverts, mais l'équilibre des amino-acides n'est pas excellent, le taux des amino-acides soufrés est relativement faible.

Ceci conduit à rechercher d'autres formules, en particulier à associer de la farine de poisson à la farine d'arachide et à la céréale de base (mil).

C. — ESSAIS DE TRAITEMENT DE MALNUTRITIONS PAR DES PRÉPARATIONS CONTENANT DE LA FARINE D'ARACHIDE.

Divers types de régimes ont été utilisés successivement ; on peut les grouper en trois rubriques :

C1. Essais de traitement de malnutritions par des mélanges de farine d'arachide et de céréales mais sans adjonction de protéines animales.

C1 a) Arachide + riz, pommes de terre, bananes, confiture, amidon de maïs.

C1 b) Arachide + mil.

C2. Essais de traitement de malnutritions par des mélanges mil-arachide-poisson, 24 à 35 % des calories étant d'origine protidique.

4 mélanges de ce type : R4, R5, R6, R7.

C3. Utilisation d'un mélange mil-arachide-poisson, mais teneur en protéines moins élevée, 15 % des calories étant d'origine protidique.

Régime R8.

C3 a) Comme aliment exclusif chez des enfants malnutris sevrés.

C3 b) Comme aliment de complément chez des enfants au sein présentant un état de pré-kwashiorkor.

C. 1. Essais de traitement de malnutritions par des régimes associant de la farine d'arachide à des aliments pauvres en protéines, sans adjonction de protéines d'origine animale.

C 1. a) 8 enfants atteints de malnutrition reçurent un régime composé de :

— 2 biberons par jour de

}	farine d'arachide : 25 g
	sucré : 10 g
	eau : Q.S.P. 180 ml

— 3 repas composés de riz (ou pommes de terre), bananes, confiture, bouillies d'amidon de maïs (maïzéna).

L'apport calorique prescrit était d'environ 130 calories par kg de poids corporel et l'apport protidique de 4 g de protides (d'origine végétale uniquement) par kg de poids corporel.

Ces enfants, âgés de 13 mois et demi à 3 ans (âge moyen : 2 ans) présentaient les syndromes suivants :

- 3 cas de kwashiorkor fruste,
- 3 cas de kwashiorkor d'intensité moyenne avec hypotrophie nette (déficit pondéral de 26, 27 et 28 %),
- 2 cas d'hypotrophie importante avec quelques signes de malnutrition protidique (déficit pondéral 31 et 32 %).

Sur les 8 observations, six fois ce régime dut être interrompu (3 syndromes infectieux dont une rougeole, 3 cas de mauvaise tolérance et persistance des signes de malnutrition au-delà du 10^e jour de régime).

Dans deux cas on enregistra un résultat relativement satisfaisant ; bonne acceptabilité et bonne tolérance digestive, disparition des œdèmes chez l'un des enfants (l'autre n'en présentait pas dès le début du régime), élévation de la protidémie, gain de poids.

Mais cette amélioration était encore incomplète au 25^e jour de régime ; on dut donc instaurer un régime à base de lait qui permit une guérison plus rapide.

C 1. b) A quatre autres enfants, âgés de 21 à 25 mois, et atteints de kwashiorkor avec hypotrophie nette dans trois cas on donna un mélange d'arachide et de mil :

20 g d'arachide	}	6 biberons par jour
10 g de mil		
15 g de sucre		
eau Q.S.P. 180 ml		

Deux fois on dut arrêter cette expérimentation très rapidement (1^{er} et 4^e jour) en raison de l'existence d'un syndrome infectieux et d'une mauvaise tolérance.

Dans les deux autres observations (malnutrition avec signes cliniques et biologiques nets) l'acceptabilité fut bonne.

Le premier enfant accepta en moyenne 1 070 ml de bouillie par jour pendant 24 jours (ce qui correspond à un apport quotidien moyen de 985 calories et de 66 g de protéines).

Le second accepta en moyenne 905 ml de bouillie par jour pendant 16 jours (soit un apport quotidien moyen de 830 calories et de 55 g de protéines).

Sous l'action de ce régime on constata une augmentation de l'appétit, une amélioration du comportement, une prise de poids (900 g en 24 jours et 350 g en 16 jours), une élévation des protides sanguins (qui passèrent de 5,80 à 7,40 dans le premier cas et de 7,20 à 8 dans le second) ; enfin la régression (premier cas), ou la disparition (2^e cas) de la stéatose hépatique périportale observée sur la ponction-biopsie avant l'institution du régime.

La conclusion que l'on peut tirer de ces essais est qu'il est difficile de guérir des kwashiorkors par des régimes tels que ceux que nous avons utilisés, régimes ne comportant aucune protéine d'origine animale. On peut y parvenir et les deux dernières observations en font foi, mais de façon inconstante.

C 2. Mélanges associant farine (ou semoule) de mil, farine d'arachide et farine de poisson.

Quatre régimes hyperprotidiques de ce type ont été expérimentés chez 26 enfants malnutris. Ces quatre régimes (désignés par les lettres R4, R5, R6, R7) apportent de 25 à 35 % de calories d'origine protidique. Ils diffèrent légèrement quant aux proportions utilisées : leur composition, leur teneur en acides aminés essentiels, en calcium, phosphore et fer, sont indiquées dans les tableaux XXIII à XXIX.

• *Résultat global :*

— Dans 9 cas sur 26, l'expérience dut être interrompue précocément, avant le 6^e jour.

Le tableau XXX montre que ces 9 échecs sont avant tout imputables à la gravité de la malnutrition, ainsi d'ailleurs qu'aux infections ou parasitoses en règle associées.

— 17 essais ont pu être prolongés de 13 à 34 jours (24 jours en moyenne) :

8 avec le régime R4

6 avec le régime R5

3 avec le régime R7.

C'est à propos de ces 17 cas que nous envisagerons successivement l'acceptabilité, la tolérance digestive, et l'efficacité.

TABLEAU XXIII

Régime R4

A. — Composition du régime.

Le régime R4 comprend :

1° Un mélange de trois farines dans les proportions suivantes:

— farine de mil	33 %
— farine d'arachide	50 %
— farine de poisson	17 %

2° A 180 g de ce mélange sont ajoutés :

— sucre	90 g
— huile d'arachide	15 g

ainsi que 2 g de phosphate tricalcique et 10 gouttes d'une solution polyvitaminée du commerce.

Le tout permet la confection de 1 080 ml de bouillie répartis en 6 biberons de 180 ml.

B. — Composition de la ration :

— Le mélange des trois farines représente donc 56 % de la ration calorique totale.

— Cette ration calorique se trouve ainsi répartie :

Calories d'origine protidique : 26 % (dont 70 % sont d'origine végétale)

— — lipidique : 18 %

— — glucidique : 56 %

	Arachide 90 g	Mil 60 g	Poisson 30 g	Sucre 90 g	Huile arachide 15 g	Total	
Glucides....	23,4	42	0,3	90	0	155,7	
Lipides.....	3,6	2,1	1,2	0	15	21,90	
Protides ...	45	6,6	22,5	0	0	74,1	
Calories	315	213	102	360	135	1 125	
Calcium ...	90 mg	18 mg	750 mg			858 mg	Ca --- = 0,5
Phosphore .	540 mg	204 mg	975 mg			1 719 mg	P
Fer	3,15 mg	2,4 mg	1,08 mg			6,63 mg	

TABLEAU XXIV

Régimes R4 et R5

Composition en acides aminés

	Arachide 90 g	Mil 60 g	Poisson 30 g	Total	Ac. am. apportés par 74.1 g de C.T.P. (F.A.O.)	% de déficit par rapport à la C.T.P.	Ac. am. apportés par 77.1 g de protéine de l'œuf entier (1)	% de déficit par rapport aux prot. de l'œuf entier	Besoins minimums d'un enfant de 10 kg (Holt)
Isoleucine.....	2,17	0,38	1,27	3,82	3,11	0	5,04	— 24	0,90
Leucine	3,20	1,05	1,86	6,11	3,55	0	5,93	0	1,54
									2,29
Lysine	1,88	0,23	2,21	4,32	3,11	0	4,67	— 8	0,90
									0,65
Méthionine.....	0,46	0,16	0,61	1,23	1,63	— 24	2,30	— 47	(avec cystine) 0,90
									(avec tyrosine)
Phénylalanine .	2,64	0,30	0,85	3,79	2,07	0	4,45	— 15	tyrosine)
Thréonine	1,41	0,27	1,31	2,99	2,07	0	3,70	— 19	0,60
Tryptophane ..	0,58	0,15	0,22	0,95	1,03	— 8	1,26	— 25	0,30
Tyrosine	1,89	?	0,54	?	2,07	0	3,26	?	
Valine	2,62	0,41	1,17	4,20	3,11	0	5,48	— 23	1,05
Cystine	0,79	0,09	0,42	1,30			1,70	— 24	
Acides aminés soufrés totaux ..	1,25	0,25	1,03	2,53	3,11	— 19	4,00	— 37	0,85

Il est intéressant de comparer la teneur du mélange en acides aminés avec :

1° La combinaison-type provisoire d'acides aminés proposée comme protéine de référence par la F.A.O. :

Le déficit porte principalement sur les acides aminés soufrés.

L'indice protéique du mélange calculé d'après sa teneur en méthionine est de 76.

2° La composition en acides aminés des protéines de l'œuf entier :

Le déficit prédomine également sur les acides aminés soufrés, mais porte aussi sur le tryptophane, l'isoleucine et la valine.

La classe chimique du mélange calculée d'après sa teneur en méthionine est de 53.

3° Les besoins minimums en acides aminés essentiels d'un enfant de 10 kg (2) :

Ils se trouvent tous largement couverts par 180 g du mélange des trois farines (1 080 ml de bouillie).

(1) Besoins en protéines. *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.

(2) HOLT L.-E. — *L'alimentation et la vie*, vol. 46, 1958, n°s 10, 11, 12 ; p. 229-246.

TABLEAU XXV

Régime R5

A. — Composition du régime.

Le régime R5 comprend :

1° Un mélange de trois farines dans les proportions suivantes :

— farine de mil	33 %
— farine d'arachide	50 %
— farine de poisson	17 %

2° A 180 g de ce mélange sont ajoutés 90 g de sucre, ainsi que 2 g de phosphate tricalcique et 10 gouttes d'une solution polyvitaminée du commerce.

Le tout sert à la confection de 1 080 ml de bouillie répartis en six biberons de 180 ml.

B. — Composition de la ration :

— Le mélange des trois farines représente donc 64 % de la ration calorique totale.

— Cette ration calorique se trouve ainsi répartie :

Calories d'origine protidique : 30 % dont 70 % sont d'origine végétale)

— — lipidique : 6,3 %

— — glucidique : 63 %

	Arachide 90 g	Mil 60 g	Poisson 30 g	Sucre 90 g	Total
Glucides	23,4	42	0,3	90	155,7
Lipides	3,6	2,1	1,2	0	6,9
Protides	45	6,6	22,5	0	74,1
Calories	315	213	102	360	990

Calcium	{ voir régime R4
Phosphore	
Fer	

Composition en acides aminés : voir régime R4

TABLEAU XXVI

Régime R6

A. — Composition du régime.

Le régime R6 comprend :

1° Un mélange de 3 farines dans les proportions suivantes :

— farine de mil	29 %
— farine d'arachide	59 %
— farine de poisson	12 %

2° A 204 g de ce mélange sont ajoutés 60 g de sucre, ainsi que 2 g de phosphate tricalcique et 10 gouttes d'une solution polyvitaminée du commerce.

Le tout sert à la confection de 1 080 ml de bouillie, répartis en 6 biberons de 180 ml.

B. — Composition de la ration :

— Le mélange des trois farines représente donc 75 % de la ration calorique totale.

— Cette ration calorique se trouve ainsi répartie :

Calories d'origine protidique : 35 % (dont 79 % sont d'origine végétale)

— — lipidique : 7,5 %

— — glucidique 57 %

	Arachide 120 g	Mil 60 g	Poisson 24 g	Sucre 60 g	Total	
Glucides....	31,2	42	0,24	60	133,44	
Lipides....	4,8	2,1	0,96	0	7,86	
Protides ...	60	6,6	18	0	84,6	
Calories	420	213	81,5	240	954,5	
Calcium ...	120 mg	18 mg	600 mg	0	738 mg	Ca
Phosphore .	720 mg	204 mg	780 mg	0	1 704 mg	— = 0,43
Fer	4,2 mg	2,4 mg	0,86 mg	0	7,5 mg	P

TABLEAU XXVII

Régime R6

Composition en acides aminés

	Arachide 120 g	Mil 60 g	Poisson 24 g	Total	Ac. am. apportés par 84,6 g de C.T.P. (F.A.O.)	% de déficit par rapport à la C.T.P.	Ac. am. apportés par 84,6 g de protéine de l'œuf entier (1)	% de déficit par rapport aux prot. de l'œuf entier	Besoins minimums d'un enfant de 10 kg (HOLT)
Isoleucine.....	2,89	0,38	1,02	4,29	3,55		5,75	— 25	0,90
Leucine	4,27	1,05	1,48	6,80	4,06		7,61	— 11	1,54- 2,29
Lysine	2,51	0,23	1,77	4,51	3,55		5,33	— 15	0,90
Méthionine.....	0,61	0,16	0,48	1,25	1,86	— 33	2,62	— 52	0,65
Phénylalanine ..	3,52	0,30	0,68	4,50	2,37		5,08	— 12	0,90
Thréonine	1,89	0,27	1,05	3,21	2,37		4,23	— 24	0,60
Tryptophane ..	0,78	0,15	0,18	1,11	1,18	— 6	1,44	— 23	0,30
Tyrosine	2,52	?	0,43	?	2,37		3,72	?	
Valine	3,49	0,41	0,94	4,84	3,55		6,26	— 23	1,05
Cystine	1,06	0,09	0,34	1,49			1,95	— 24	
Acides aminés soufrés totaux ..	1,67	0,25	0,82	2,74	3,55	— 23	4,57	— 40	0,85

Il est intéressant de comparer la teneur du mélange en acides aminés essentiels avec :

- 1° La combinaison-type provisoire d'acides aminés proposée comme protéine de référence par la F.A.O. :

Le déficit porte principalement sur les acides aminés soufrés.

L'indice protéique du mélange calculé d'après sa teneur en méthionine est de 67.

- 2° La composition en acides aminés des protéines de l'œuf entier (1) :

Le déficit prédomine également sur les acides aminés soufrés mais porte aussi sur l'isoleucine, la thréonine, le tryptophane et la valine. La classe chimique du mélange calculée d'après sa teneur en méthionine est de 48.

- 3° Les besoins minimums en acides aminés d'un enfant de 10 kg (2) :

Ils se trouvent tous largement couverts par les 204 g de mélange servant à la préparation de 1 080 ml de bouillie.

(1) Besoins en protéines. *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.

(2) HOLT L.E. — *L'alimentation et la vie*, vol. 46, 1958, n°s 10, 11, 12 ; p. 229-246.

TABLEAU XXVIII

Régime R7

A. — Composition du régime :

Le régime R7 comprend :

1° Un mélange de trois farines dans les proportions suivantes :

- farine de mil 51,7 %
- farine d'arachide 34,5 %
- farine de poisson 13,8 %

2° A 174 g de ce mélange sont ajoutés 90 g de sucre, ainsi que 2 g de phosphate tricalcique et 10 gouttes d'une solution polyvitaminée du commerce.

Le tout sert à la confection de 1 080 ml de bouillie, répartis en six biberons de 180 ml.

B. — Composition de la ration :

— Le mélange des trois farines représente donc 63 % de la ration calorique totale.

— Cette ration calorique se trouve ainsi répartie :

Calories d'origine protidique : 24 % dont 69 % sont d'origine végétale)

- — lipidique : 6 %
- — glucidique : 68 %

	Arachide 60 g	Mil 90 g	Poisson 24 g	Sucre 90 g	Total	
Glucides....	15,6	63	0,24	90	168,84	
Lipides.....	2,4	3,15	0,96	0	6,51	
Protides ...	30	9,9	18	0	57,9	
Calories	210	319,5	81,5	360	971	
Calcium	60 mg	27 mg	600 mg	0	687 mg	Ca
Phosphore .	360 mg	306 mg	780 mg	0	1 446 mg	P
Fer	2,1 mg	3,6 mg	0,86 mg	0	6,6 mg	

— = 0,47

Tableau XXIX

Régime R7

Composition en acides aminés

	Arachide 60 g	Mil 90 g	Poisson 24 g	Total	Ac. am. apportés par 57,9 g de C.T.P. (F.A.O.)	% de déficit par rapport à la C.T.P.	Ac. am. apportés par 57,9 g de protéine de l'œuf entier (1)	% de déficit par rapport aux prot. de l'œuf entier	Besoins minimums d'un enfant de 10 kg (HOLT)
Isoleucine.....	1,45	0,57	1,02	3,04	2,43		3,94	— 14	0,90
Leucine	2,14	1,57	1,48	5,19	2,78		5,21		1,54- 2,29
Lysine	1,25	0,34	1,77	3,36	2,43		3,65	— 8	0,90
Méthionine.....	0,31	0,24	0,48	1,03	1,27	— 19	1,79	— 42	0,65
Phénylalanine ..	1,76	0,45	0,68	2,89	1,62		3,47	— 17	0,90
Thréonine	0,94	0,41	1,05	2,40	1,62		2,89	— 17	0,60
Tryptophane ..	0,39	0,22	0,18	0,79	0,81	— 2,5	0,98	— 19	0,30
Tyrosine	1,26	?	0,43	?	1,62		2,55	?	
Valine	1,75	0,61	0,94	3,30	2,43		4,28	— 23	1,05
Cystine	0,52	0,14	0,34	1,00			1,33	— 25	
Acides aminés soufrés totaux ..	0,83	0,38	0,82	2,03	2,43	— 16,5	3,13	— 35	0,85

Il est intéressant de comparer la teneur du mélange en acides aminés essentiels avec :

- 1° La combinaison-type provisoire d'acides aminés proposée comme protéine de référence par la F.A.O. :
Le déficit porte principalement sur les acides aminés soufrés.
L'indice protéique du mélange calculé d'après sa teneur en méthionine est de 81.
- 2° La composition en acides aminés des protéines de l'œuf entier (1) :
Le déficit prédomine également sur les acides aminés soufrés mais porte aussi, à un degré moindre, sur la valine et le tryptophane.
La classe chimique du mélange calculée d'après sa teneur en méthionine est de 58.
- 3° Les besoins minimums en acides aminés essentiels d'un enfant de 10 kg (2) :
Ils se trouvent tous largement couverts par les 174 g de mélange servant à la préparation de 1 080 ml de bouillie.

(1) Besoins en protéines. *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.

(2) HOLT L.-E. — *L'alimentation et la vie*, vol. 46, 1958, n°s 10, 11, 12 ; p. 229-246.

TABLEAU XXX

	Malnutrition		Malnutrition		Total	Proportion d'échecs suivant le régime
	très discrète (type 1)	légère (type 2)	nette mais d'intensité modérée (type 3)	franche (type 4)		
Régime R 4 .	2	2	4	3	11	3 échecs sur 11
Régime R 5 .	2	1	2	4	9	3 échecs sur 9
Régime R 6 .	—	1	—	2	3	3 échecs sur 3
Régime R 7 .	1	2	—	—	3	0 échec sur 3
Total	5	6	6	9	26	
Proportion d'échecs du régime	Aucun échec	1 échec sur 6	2 échecs sur 6	6 échecs sur 9		9 échecs au total sur 26 cas

Acceptabilité assez bonne dans l'ensemble.

La quantité moyenne ingérée par jour fut :

963 ml de bouillie R4, soit 1 003 calories, 66 g de protides ;
 972 ml de bouillie R5, soit 891 calories, 67 g de protides ;
 1048 ml de bouillie R7, soit 942 calories, 56 g de protides.

Le poids moyen au début de l'essai était de :

8 300 g pour les 8 enfants soumis au régime R4
 (âgés de 17 à 30 mois)

8 500 g pour les 6 enfants soumis au régime R5
 (âgés de 15 à 26 mois)

8 600 g pour les 3 enfants soumis au régime R7
 (âgés de 19, 21 et 26 mois).

Tolérance digestive : aucun trouble digestif aigu ne fut provoqué par les bouillies.

Efficacité :

Cliniquement :

- amélioration de l'aspect général,
- retour de l'appétit,
- retour d'un caractère gai et joueur
 (en 10 à 25 jours suivant le degré initial de malnutrition)

- disparition des œdèmes en 10 jours dans les cas où ils furent constatés, disparition des lésions linguales et de la chéilite, en 10 à 15 jours généralement. Les troubles cutanés discrets du début, et la fragilité des cheveux persistèrent souvent pendant le temps d'observation à l'hôpital.

Gain de poids moyen par jour :

- 46,30 g pour les 8 enfants mis au mélange R 4 ;
- 22,10 g pour les 6 enfants mis au mélange R5 ;
- 32,50 g pour les 3 enfants mis au mélange R7.

Ceci semblerait démontrer l'intérêt d'une certaine quantité de lipides pour enrichir la ration calorique.

Les enfants soumis au régime R4 absorbèrent 19,50 g de lipides par jour en moyenne, soit 17,5 % de la ration calorique, contre 6,3 % pour les enfants soumis au régime R5 et 6 % pour les enfants soumis au régime R7.

Parallèlement à l'amélioration clinique, on constata une élévation nette et rapide du taux des protides sanguins totaux et plus particulièrement de l'albuminémie.

L'évolution de l'état du foie a pu être suivie chez 12 enfants (par 2 ou 3 biopsies hépatiques) :

- 8 enfants soumis au régime R4 ;
- 3 enfants soumis au régime R5 ;
- 1 enfant soumis au régime R7.

On constata une régression de la stéatose hépatique, mais cette régression fut beaucoup plus lente que celle que l'on observe lorsque l'on traite les kwashiorkors par un mélange de lait et d'hydrolysate de protéines.

C 3. Utilisation de mélanges mil-arachide-poisson d'une teneur en protéines moins élevée que dans les essais précédents :

15 % des calories sont d'origine protéique. (Voir les caractéristiques de ce régime « R 8 » (Tableaux XXXI et XXXII).

C 3. a) Ce régime a été utilisé comme alimentation exclusive chez 14 enfants sevrés présentant un état plus ou moins marqué de kwashiorkor avec hypotrophie.

- 12 avaient de 10 à 31 mois ;
- 1 avait 4 ans ;

TABLEAU XXXI

Régime R8

A. — Composition du régime.

Le régime R8 comprend :

1° Un mélange de trois farines dans les proportions suivantes :

— farine de mil	70 %
— farine d'arachide	20 %
— farine de poisson	10 %

2° A 100 g de ce mélange sont ajoutés :

— sucre	45 g
— huile d'arachide	15 g

ainsi que 2 g de phosphate tricalcique et 10 gouttes d'une solution polyvitaminée du commerce.

Le tout sert à la confection de 900 ml de bouillie.

B — Composition de la ration :

— Le mélange des trois farines représente donc 53 % de la ration calorique totale.

— Cette ration calorique se trouve ainsi répartie :

Calories d'origine protidique : 15 % dont 70 % sont d'origine végétale)

— — lipidique : 24 %

— — glucidique : 60 %

	Arachide* 20 g	Mil 70 g	Poisson 10 g	Sucre 45 g	Huile 15 g	Total	
Glucides....	5	49	0	45	0	99	
Lipides....	0,2	2,45	0,4	0	15	18,05	
Protides ...	10	7,7	7,5	0	0	25,2	
Calories	70	248,5	34	180	135	667,5	
Calcium ...	20 mg	21 mg	250 mg			291 mg	Ca
Phosphore .	120 mg	238 mg	325 mg			683 mg	— = 0,42
Fer	0,7 mg	2,8 mg	0,36 mg			3,86 mg	P

TABLEAU XXXII

Régime R8

Composition en acides aminés

	Arachide 20 g	Mil 70 g	Poisson 10 g	Total	Ac. am. apportés par 25,2 g de C.T.P. (F.A.O.)	% de déficit par rapport à la C.T.P.	Ac. am. apportés par 25,2 g de protéine de l'œuf entier (1)	% de déficit par rapport aux prot. de l'œuf entier	Besoins minimums d'un enfant de 10 kg (Holt)
Isoleucine.....	0,48	0,44	0,42	1,34	1,06		1,71	— 22	0,90
Leucine	0,71	1,22	0,62	2,55	1,21		2,27		1,54 2,29
Lysine	0,42	0,27	0,74	1,43	1,06		1,59	— 10	0,90
Méthionine.....	0,10	0,19	0,20	0,49	0,55	— 11	0,78	— 37	0,65
Phénylalanine .	0,59	0,35	0,28	1,22	0,70		1,51	— 19	0,90
Thréonine	0,31	0,32	0,44	1,07	0,70		1,26	— 15	0,60
Tryptophane ..	0,13	0,17	0,07	0,37	0,35		0,43	— 14	0,30
Tyrosine	0,42	?	0,18	?	0,70	?	1,11	?	
Valine	0,58	0,48	0,39	1,45	1,06		1,86	— 22	1,05
Cystine	0,18	0,10	0,14	0,42			0,58	— 28	
Acides aminés soufrés totaux ..	0,28	0,29	0,34	0,91	1,06	— 14	1,36	— 33	0,85

Il est intéressant de comparer la teneur du mélange en acides aminés essentiels avec :

- 1° La combinaison-type provisoire d'acides aminés proposée comme protéine de référence par la F.A.O. :
Le déficit porte principalement sur les acides aminés soufrés.
L'indice protéique du mélange, calculé d'après sa teneur en méthionine est de 89.
- 2° La composition en acides aminés des protéines de l'œuf entier (1).
Le déficit prédomine également sur les acides aminés soufrés mais porte aussi à un degré moindre sur l'isoleucine et la valine.
La classe chimique du mélange, calculée d'après sa teneur en méthionine, est de 63.
- 3° Les besoins minimums en acides aminés essentiels d'un enfant de 10 kg (2) :
Ils se trouvent couverts, à l'exception de la méthionine, par les 100 g de mélange servant à la préparation de 900 ml de bouillie.
Les besoins en méthionine nécessitent 135 g de mélange, c'est-à-dire 1 200 ml de bouillie, pour un enfant de 10 kg (soit une ration quotidienne de 890 calories).

(1) Besoins en protéines. *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.

(2) HOLT L.E. — *L'alimentation et la vie*, vol. 46, 1958, n° 10, 11, 12 ; p. 229-246.

- 1 avait 7 ans.
- Il s'agissait de :
 - 1 cas de malnutrition très discrète (type 1)
 - 2 cas de malnutrition légère (type 2)
 - 5 cas de malnutrition d'intensité modérée (type 3)
 - 5 cas de malnutrition d'intensité marquée (type 4)
 - 1 cas de grande dénutrition chez un enfant de 7 ans (cachexie nutritionnelle).

Acceptabilité : chez 4 enfants, le régime dut être interrompu entre le 4^e et le 8^e jour (régime mal toléré ou tendance à l'accentuation des troubles).

Il s'agissait de 3 malnutritions du type 4 (sur 5 cas)
et de 1 malnutrition du type 2 (sur 2 cas).

Les 10 autres enfants acceptèrent bien le régime et celui-ci put être prolongé pendant une période variant de 27 à 82 jours (50 jours en moyenne).

La quantité de bouillie acceptée par les 8 enfants âgés de 10 à 31 mois (âge moyen : 18 mois, poids moyen : 6,500 kg) fut de 970 ml de bouillie, soit 720 calories et 27 g de protides.

Un enfant de 4 ans environ pesant 12 kg en accepta 1547 ml en moyenne pendant 28 jours (1 146 calories et 43 g de protides).

Un enfant de 7 ans environ pesant 11,300 kg à l'entrée atteint la ration quotidienne moyenne de 1 630 calories (62 g de protides) durant les 25 derniers jours de son régime (sur 65 jours au total).

Tolérance digestive. — Nous avons déjà indiqué que le régime dut être abandonné chez 4 enfants (dont 3 malnutritions sévères du type 4). Chez les 10 autres enfants la tolérance digestive fut bonne.

Efficacité. — Outre l'amélioration des signes cliniques on observa :

Un gain de poids important :

Mis à part le cas de l'enfant de 7 ans, dénutri à l'extrême, qui prit 4,700 kg en 2 mois (tandis que ses protides sanguins passaient de 49 à 91,5 g % et son taux d'albumine de 10,6 à 42,4), les 9 autres prirent en moyenne 34,5 g par jour.

Une élévation nette de la protidémie, principalement de sa fraction albumine.

Régression de la stéatose hépatique, mais généralement lente et parfois incomplète à la fin de l'essai.

C3. *b*) Comme aliment de complément, le régime R8 (voir tableaux XXXI et XXXII) fut institué chez 5 enfants au sein de 14 à 21 mois présentant un état de pré-kwashiorkor, c'est-à-dire :

- déficit pondéral (leur poids se situait entre 63 % et 77 % du poids théorique) ;
- parfois quelques discrets signes cliniques de malnutrition protéique ;
- hypoprotidémie dans un cas ; stéatose hépatique nette dans un cas, discrète dans deux cas, cellules périportales à cytoplasme clair et noyaux vacuolisés dans les deux autres cas.

Ces enfants recevaient une quantité de lait maternel difficile à préciser, mais que des contrôles répétés dans le service nous ont permis de situer entre 250 et 600 ml par jour. Avant leur admission dans le service, ces enfants ne recevaient en outre qu'un maigre supplément à base de mil et de riz.

— Durant une première phase d'observation ils ne reçurent, outre le lait maternel, qu'un supplément pauvre en protéines (3,4 % de calories d'origine protidique) composé de : Maïzéna, riz, mil, pommes de terre, confitures, bananes. Les enfants s'alimentaient à volonté selon leur appétit et prirent ainsi une ration supplémentaire de 300 à 800 calories par jour.

Ce régime entraîna une reprise de la croissance pondérale, de 7,50 g par jour en moyenne durant les 90 jours de ce régime que totalisèrent les 5 enfants.

Cette prise de poids ne fut pas due à l'apparition d'œdèmes, car il ne se produisit pas de chute de poids lors de la période suivante (de réalimentation protidique).

Mais on observa dans l'ensemble une légère tendance à la baisse des protides sanguins, et surtout une ébauche de stéatose hépatique dans les deux cas où elle manquait au début :

Un supplément simplement calorique ne peut donc suffire en fin de lactation, bien qu'il soit capable de faire régresser un déficit pondéral existant.

— Au cours d'une deuxième phase, on donna aux enfants en plus du lait maternel, le régime R8.

Acceptabilité. — Les enfants acceptèrent de 500 à 1 000 ml de bouillie en moyenne par jour (soit 375 à 750 calories, dont 15 % de nature protidique), quantités sans rapport avec l'âge, l'abondance du lait maternel, le degré d'hypotrophie ou de malnutrition.

Tolérance digestive. — Très bonne dans tous les cas.

Efficacité. — La prise de poids fut alors nettement plus importante que lors de la phase précédente :

25 g en moyenne par jour sur 250 jours de ce régime au total. De plus, tandis que les taux de protides sanguins se relevaient, la stéatose hépatique disparut complètement dans 4 cas, et diminua nettement dans le 5^e cas.

Cette contre-expérience constitue donc la meilleure justification du complément protidique et calorique en fin de lactation.

D. — Emploi de ce même mélange mil-arachide-poisson chez des enfants sains.

Le mélange R8 (voir tableaux XXXI et XXXII) fut donné à 4 enfants :

2 filles :

Obs. 1. Age : 14 mois et demi ; poids : 6 500 g au début de l'expérimentation.

Obs. 2. Age : 13 mois ; poids : 8 200 g au début de l'expérimentation.

2 garçons :

Obs. 3. Age : 15 mois ; poids : 6 900 g au début de l'expérimentation.

Obs. 4. Age : 14 mois et demi ; poids : 7 000 g au début de l'expérimentation.

Il s'agissait de 4 orphelins élevés en collectivité, sains en apparence, mais présentant un état d'« hospitalisme » avec retard psychomoteur et staturo-pondéral. Cependant, et nous verrons qu'il est bon d'insister sur ce point, ces quatre enfants étaient depuis 8 mois élevés

dans l' « Unité-Recherches » du Service de Pédiatrie par le même personnel et dans le même cadre. L'institution du régime R8 ne coïncida avec aucun autre changement dans leurs habitudes et leur mode de vie.

Ce régime fut maintenu pendant 122 jours. Les quantités de bouillie prises à la fin de cette période étaient de :

- 1 300 g pour l'enfant Obs. 1 (cal. : 964 ; prot. : 36,4 g)
- 1 350 g pour l'enfant Obs. 2 (cal. : 1 001 ; prot. : 37,8 g)
- 1 400 g pour les 2 garçons Obs. 3 et 4 (cal. : 1 038 ; prot. : 39,2 g).

On peut donc dire que l'acceptabilité fut satisfaisante malgré la très grande monotonie d'une telle alimentation pour des enfants de plus d'un an. Il faut signaler une certaine difficulté à faire accepter la bouillie par l'enfant de l'observation n° 4, mais les trois autres enfants l'acceptèrent bien.

Le cas de l'enfant n° 4 est à mettre à part. Cet enfant n'a pratiquement pas pris de poids pendant toute la durée de l'expérimentation ; il a présenté à partir du troisième mois de ce régime un léger ballonnement abdominal et des épisodes de diarrhée, les selles contenaient du mucus en abondance, les examens bactériologiques et parasitologiques furent négatifs, les troubles cessèrent très rapidement lors d'un retour à un régime varié normal : cet enfant a donc présenté une intolérance à ce régime.

Ce cas mis à part, la tolérance digestive fut bonne chez les trois autres enfants : les selles avaient bel aspect, mais étaient abondantes (200 à 250 g par 24 heures en moyenne).

La croissance pondérale fut très satisfaisante chez ces trois enfants puisque le gain de poids quotidien moyen fut de :

- 17 g dans l'observation 1,
- 11,6 g dans l'observation 2,
- 10,8 g dans l'observation 3.

De plus, cette croissance se poursuivait encore sans ralentissement à la fin du quatrième mois de régime dans les observations 1 et 3. Dans l'observation 2, la courbe marqua un plateau durant le dernier mois après avoir dépassé de 500 g la courbe standard de l'enfant dakarois de même âge.

Les taux de protides sanguins et des fractions électrophorétiques

furent normaux et le restèrent, à l'exception d'une hypoalbuminémie modérée dans l'observation 4 (2,32 g pour cent).

L'urée sanguine, dosée en fin d'expérience, fut normale (comprise entre 9 et 18 mg pour cent).

Le taux d'hémoglobine et la valeur globulaire eurent tendance à baisser (ceci confirme ce qui a été dit précédemment : il y aurait intérêt à enrichir ces préparations en fer).

Le régime R8 s'est donc montré capable, dans trois cas sur quatre, de satisfaire à lui seul, durant quatre mois, aux besoins de croissance et d'entretien d'enfants entre 12 et 18 mois. Mais la possibilité d'une mauvaise absorption intestinale engage à ne l'utiliser, sous sa forme actuelle, qu'en complément d'une alimentation plus variée.

Encouragés par ce résultat très satisfaisant, il nous a paru alors intéressant de préciser par des bilans azotés la valeur nutritive d'un mélange à peu près analogue (voir régime R9) : nous verrons que ces résultats, exposés au paragraphe suivant, ont été nettement moins bons, mais ceci en raison de circonstances étrangères au régime lui-même : nous les rapportons cependant.

E. — Essai d'un mélange mil-arachide-poisson à 18 % de calories protidiques chez des enfants indemnes de malnutrition. — Bilans azotés.

1. — Composition et caractéristiques du régime utilisé : ils sont exposés dans les tableaux XXXIII et XXXIV (régime R9). De plus, le laboratoire de l'O.R.A.N.A. a procédé à l'analyse de 100 g du mélange des trois farines :

mil	60 %
arachide	30 %
poisson	10 %.

Les résultats de cette analyse correspondent à ce que laissaient prévoir les tables de composition :

— humidité	9,69
— cendres	3,21
— protides	28,8
— glucides	54,5
— lipides	1,6
— cellulose	2,2
— acidité (en ac. sulfurique) :	0,28.

TABLEAU XXXIII

Régime R9

A. — Composition du régime.

Le régime R9 comprend :

1° Un mélange de trois farines dans les proportions suivantes :

— farine de mil	60 %
— farine d'arachide	30 %
— farine de poisson	10 %

2° A 100 g de ce mélange sont ajoutés :

— sucre	35 g
— huile d'arachide	15 g

ainsi que 2 g de phosphate tricalcique et 10 gouttes d'une solution polyvitaminée du commerce.

Le tout sert à la confection de 600 ml de bouillie.

B. — Composition de la ration :

— Le mélange des trois farines représente donc 56 % de la ration calorique totale.

— Cette ration calorique se trouve ainsi répartie :

Calories d'origine protidique : 18 % (dont 75 % sont d'origine végétale)

—	—	lipidique : 23 %
—	—	glucidique : 57 %

	Arachide 30 g	Mil 60 g	Poisson 10 g	Sucre 35 g	Huile 15 g	Total	
Glucides....	8,5	46	0	35	0	89,5	
Lipides....	0,26	1,4	0	0	15	16,7	
Protides ...	15	6,6	7,2	0	0	28,8	
Calories	96,34	219,4	32,4	140	135	623	
Calcium ...	30 mg	18 mg	250 mg			298 mg	Ca — = 0,42 P
Phosphore .	180 mg	204 mg	325 mg			709 mg	
Fer	1,05 mg	2,4 mg	0,36 mg			3,81 mg	

TABLEAU XXXIV

Régime R9

Composition en acides aminés

	Arachide 30 g.	Mil 60 g.	Poisson 10 g	Total	Ac. am. apportés par 28,8 g de C.T.P. (F.A.O.)	% de déficit par rapport à la C.T.P.	Ac. am. apportés par 18,8 g de protéine de l'œuf entier (1)	% de déficit par rapport aux prot. de l'œuf entier	Besoins minimums d'un enfant de 10 kg (Holt) (2)
Isoleucine.....	0,723	0,381	0,423	1,527	1,209		1,96	— 22	0,90
Leucine	1,069	1,048	0,619	2,736	1,382		2,59		1,54 2,29
Lysine	0,627	0,230	0,738	1,595	0,806		1,81	— 12	0,90
Méthionine.....	0,155	0,162	0,202	0,519	0,633	— 18	0,89	— 42	0,65
Phénylalanine ..	0,889	0,304	0,284	1,477	0,608		1,73	— 15	0,90
Thréonine	0,472	0,274	0,438	1,184	0,806		1,44	— 18	0,60
Tryptophane ..	0,194	0,149	0,075	0,418	0,403		0,49	— 15	0,30
Tyrosine	0,630	?	0,180	?	0,806		1,27	?	
Valine	0,874	0,409	0,392	1,675	1,209		2,13	— 21	1,05
Cystine	0,264	0,092	0,153	0,509	0,576	— 12	0,66	— 23	
Acides aminés soufrés totaux ..	0,419	0,254	0,355	1,028	1,209	— 15	1,55	— 34	0,85

Il est intéressant de comparer la teneur du mélange en acides aminés essentiels avec :

- 1° La combinaison-type provisoire d'acides aminés proposée comme protéine de référence par la F.A.O.

Le déficit porte principalement sur les acides aminés soufrés.

L'indice protéique du mélange, calculé d'après sa teneur en méthionine, est de 82.

- 2° La composition en acides aminés des protéines de l'œuf entier (1).

Le déficit prédomine également sur les acides aminés soufrés mais porte aussi, à un degré moindre, sur l'isoleucine et la valine.

La classe chimique du mélange, calculée d'après sa teneur en méthionine est de 58.

- 3° Les besoins en acides aminés essentiels d'un enfant de 10 kg (2) :

Ils se trouvent couverts, à l'exception de la méthionine, par les 100 g. de mélange servant à la préparation de 600 ml de bouillie.

Les besoins en méthionine nécessitent 125 g de mélange, c'est-à-dire 750 ml de de bouillie, pour un enfant de 10 kg (soit une ration quotidienne de 780 calories, ce qui correspond en gros aux besoins normaux).

(1) Besoins en protéines. *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 16, p. 26.

(2) HOLT L.-E. — *L'alimentation et la vie*, vol. 46, 1958, nos 10, 11, 12 ; p. 229-246.

Bien entendu, pour cette expérience comme pour les précédentes, seule l'étude de la composition en acides aminés d'un prélèvement de notre mélange aurait pu nous fournir des chiffres exacts.

Par rapport au régime précédent (R8) nous voyons qu'il contient un peu moins de sucre et de mil et un peu plus d'arachide, c'est-à-dire un taux de protéines un peu plus élevé (18 % de calories d'origine protidique au lieu de 15 %).

2. — Comportement des six enfants soumis au régime R9.

Six garçons orphelins, âgés de 6 à 16 mois, furent mis à ce régime. Nous avons, comme pour l'essai précédent, choisi des orphelins pour éviter l'apport par la mère d'autres aliments pendant cette période et réduire, si possible, l'influence psychologique qu'aurait entraînée la séparation de la mère et de l'enfant nécessitée par nos bilans.

Voici l'âge de ces enfants :

- 1 âgé de 6 mois (Obs. C)
- 1 âgé de 9 mois (Obs. E)
- 1 âgé de 11 mois (Obs. D)
- 2 âgés de 13 mois (Obs. B et A)
- 1 âgé de 16 mois (Obs. F)

a) Bilan clinique avant l'introduction du régime.

— Durant les mois précédents, ces enfants avaient reçu une alimentation normalement équilibrée et variée, adaptée à leur âge, et présenté une courbe de poids assez régulièrement croissante, sauf pour l'observation C, dont la courbe, tout en étant croissante, avait présenté quelques phases avec poids stationnaire ou légère baisse.

De plus, lors de l'introduction du régime, ils ne présentaient aucun signe d'affection cliniquement ou radiologiquement décelable.

Cependant :

- seul l'un d'entre eux présentait un développement staturo-pondéral dentaire et psycho-moteur à peu près normal pour son âge, 13 mois ; poids : 9 100 (Obs. A) ;
- les cinq autres, par contre, présentaient tous un retard pondéral net, parfois même important, et un léger retard dentaire et psycho-moteur. Ainsi :

L'enfant âgé de 6 mois (Obs. C) pesait 4 600 g.

L'enfant âgé de 9 mois (Obs. E) pesait 6 100 g.
(Ne se tenait pas assis.)

L'enfant âgé de 11 mois (Obs. D) pesait 6 750 g.
(Ne se tenait pas assis.)

L'enfant âgé de 13 mois (Obs. B) pesait 7 000 g.
(Ne se tenait pas assis.)

L'enfant âgé de 16 mois (Obs. F) pesait 7 350 g.
(Ne se tenait pas debout.)

b) Comportement pendant le régime R9.

Acceptabilité. — Deux enfants (Obs. B et E) acceptèrent mal ce régime donné exclusivement, certains biberons étaient refusés, d'autres bus incomplètement, et ceci entraîna une perte de poids régulière.

Les quatre autres enfants, par contre, acceptèrent assez bien ce régime et absorbèrent les quantités proposées.

Tolérance digestive. — De simples régurgitations, d'abondance minime, furent assez souvent notées.

Par contre, les véritables vomissements furent rares et toujours en rapport avec la survenue d'une infection intercurrente.

Bien entendu, lorsqu'ils survenaient en cours de bilan, régurgitations et vomissements étaient soigneusement recueillis et pesés (voir plus loin).

Quelques épisodes aigus de diarrhée survinrent, causés eux aussi par une infection intercurrente. En dehors d'eux, les selles présentaient toujours le même aspect particulier, avec une odeur et une consistance de bouillie d'arachide ; leur abondance était en moyenne de 200 g par jour.

Enfin, le ballonnement abdominal fut fréquent chez ces enfants, peu après l'introduction du régime.

Croissance pondérale. — Jugée sur les courbes de poids, l'action du régime R9 fut défavorable ; chez les six enfants, après deux mois de régime, on note une perte de poids :

- légère dans un cas : 100 g (Obs. A) ;
- modérée dans deux cas : 230 g (Obs. C) ;
250 g (Obs. D) ;
- importante dans un cas : 450 g (Obs. F) ;
- très importante dans deux cas : 950 g (Obs. E) ;
1 300 g (Obs. B).

TABLEAU XXXV

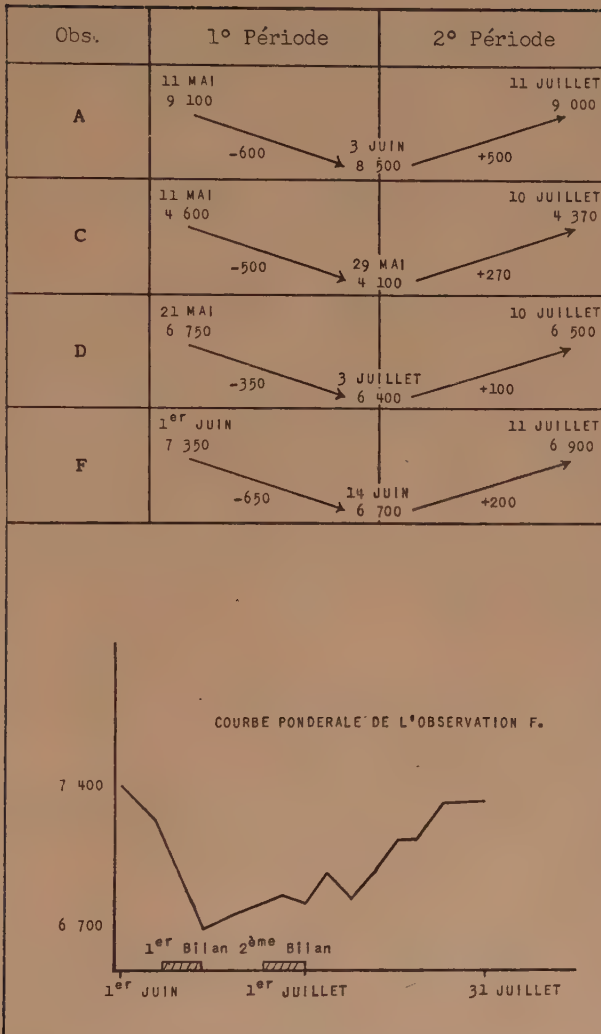


Fig. 6. — Courbe pondérale de l'obs. F.

En réalité, si l'on examine la courbe pondérale de ces enfants, on est amené à constater :

— que dans deux cas (Obs. B et E) la courbe de poids est progressivement décroissante depuis le début du régime, qui, nous l'avons vu, fut mal accepté par ces enfants, ce qui nécessita la reprise d'un régime plus varié ;

— que dans les quatre autres cas, la courbe pondérale présente deux phases :

Une première phase décroissante, succédant immédiatement à l'installation du régime et s'étendant sur une durée de 14 à 43 jours.

Une seconde phase croissante :

L'accroissement pondéral y est lent, irrégulier d'une semaine à l'autre, parfois même coupé d'une brusque chute de poids passagère ou d'une stagnation, mais il est certain. Toutefois, une étude portant sur un temps d'examen plus long serait nécessaire pour le confirmer.

Le tableau XXXV et la figure 6 objectivent ces données.

Examens de laboratoire. — Nous avons pratiqué des examens comparatifs du taux des protides, du rapport A/G et de l'urée sanguine. Le tableau XXXVI donne les chiffres de ces différents examens pour les six observations :

On peut noter :

- que le taux de l'urée sanguine est peu modifié. Il a dans tous les cas tendance à baisser ;
- que les taux de protides sont peu modifiés, les variations notées n'étant pas assez importantes pour être significatives.

3. — Etude des bilans azotés chez ces enfants :

a) Conditions générales de cette étude.

Des bilans azotés ont été pratiqués chez six enfants pour essayer de préciser la valeur du régime en déterminant le taux de rétention azotée.

Dans les conditions qui furent celles de notre expérimentation, nous devons rappeler que ces enfants étaient d'âges légèrement différents, et que pour un même âge (13 mois) ils présentaient un poids différent (9 100 et 7 000). Notons également que nous n'avons pas déterminé au préalable la balance azotée de ces enfants pour des régimes normaux adaptés à leur âge, élément de comparaison qui eût été utile pour apprécier le pourcentage de rétention. Enfin, en raison de difficultés

matérielles, nous avons dû, pour écourter le séjour de ces enfants à l'hôpital, commencer à leur administrer le régime R9, nouveau pour eux, quelques jours seulement après leur arrivée. Ces enfants provenaient d'un orphelinat, et nous verrons qu'il eût été préférable de les laisser s'accoutumer à leur nouvel entourage pendant une période d'adaptation de plusieurs semaines, avant de commencer le nouveau régime.

TABLEAU XXXVI

Observations	Régime donné depuis	Urée sanguine en mg p. cent	Protides en mg p. cent	Electrophorèse A/G
A	19 jours	24	6,05	3,40/2,65 = 1,28
	51 jours	11	6,35	3,45/2,90 = 1,18
B	19 jours	28	6,95	2,90/4,05 = 0,71
	61 jours	17	7,75	3,50/4,25 = 0,82
C	33 jours	25	6,50	3,13/3,37 = 0,93
	56 jours	13	6,70	3,05/3,65 = 0,83
D	9 jours	36	7,60	3,65/3,95 = 0,92
	51 jours	27	7,20	2,85/4,35 = 0,65
E	9 jours	27	6,35	3,40/2,95 = 1,15
	41 jours	16	5,85	2,90/2,95 = 0,98
F	7 jours	27	8,10	2,90/5,20 = 0,55
	30 jours	23	7,50	3,25/4,25 = 0,76

TABLEAU XXXVII

BILAN n° 2 { Nom : N' D.. Prénom : André. N° du lit : 84.
Date de naissance : avril 1959. Age le J. du bilan :
14 mois.
Début du bilan le 7 juin. Terminé le 12 juin.

I. — Mélange donné.. R 9		<u>Analyse de la poudre</u> { N : 4,4% protéines : 27,5 %				
Depuis	27 jours.					
Adjonction de ..	{ Hydrosol polyvitaminé : 20 gouttes Phosphate tricalcique.					
II. — Poids { au début du bilan (le 7 juin)=8 600 { +100 g à la fin du bilan (le 12 juin)=8 700 {						
III. — Quantité d'urine pour les 5 jours : 690 ml		moyenne par jour=138 ml				
Quantité de selles pour les 5 jours : 1 135 ml		moyenne par jour=227 ml				
IV. —	1 ^{er} jour	2 ^e jour	3 ^e jour	4 ^e jour	5 ^e jour	Total
Poids des biberons pleins	2 043	2 010	2 012,5	2 025	2 014	10 104,5
Poids des biberons après tétée	1 121	1 170	1 051	1 032	1 108	4 911
Quantité absorbée ...	922	840	961,5	993	906	5 195,5

Ingesta en poudre = 859
 (Mil-arachide-poisson)
 N des ingesta = 37,79
 N des urines = 17,54
 N des selles = 10,47
 N des excréta = 28,01
 Balance = + 9,78
 Rétention = 25,8 %

Résidu sec des serviettes : 1,9 g
 — — du linge : 8,0 g
 Total du résidu sec : 9,9 g
 Résidu exprimé en mé-
 lange : $\times 4$ (1) = 39,6
 Mélange consommé : = 5 153,9
 Coefficient apparent d'U.D. : 72,2.
 N Urines
 — = 1,6.
 N Selles

(1) En effet, 150 g de matières sèches permettent de préparer 600 ml de bouillie. Il suffit donc de multiplier ou de diviser par 4 pour passer de l'un à l'autre.

Treize bilans azotés ont été pratiqués chez ces six enfants :

— 5 enfants eurent deux bilans :

- Le premier pratiqué quelques jours après l'introduction du régime (5-9 ou 16 jours).
- Le second pratiqué un mois après l'introduction du régime.

— 1 enfant eut 3 bilans :

- Le premier bilan commencé 5 jours après le début du régime.
- Le deuxième bilan commencé 27 jours après le début du régime.
- Le troisième bilan commencé 44 jours après le début du régime.

La durée des bilans a été de 5 jours.

Les enfants étaient isolés complètement nuit et jour, afin d'éviter l'adjonction d'autres aliments au régime.

Enfin rappelons qu'ils ont reçu durant toute l'expérimentation un régime identique et constant dans sa composition qui, nous l'avons vu, apporte un taux assez élevé de protéines (régime R9 : 18 % de calories d'origine protidique) mais qu'il nous paraissait utile d'étudier pour la complémentation d'un régime pauvre en protides.

b) Aspect technologique :

Ingesta (tableau type XXXVII). — Le dosage de l'azote a été effectué dans un échantillon de poudre du mélange. Ceci au début de chaque bilan. Les biberons préparés étaient pesés avant et après les repas. Des serviettes spéciales pesées après étuvage étaient à nouveau séchées et pesées pour apprécier les régurgitations. Il en était de même des brassières et harnais en cas de vomissements. Pour marquer le début et la fin du cycle, nous avons additionné aux biberons correspondants 0,15 g de carmin.

Excreta. — Urines : les enfants étaient sondés au début et à la fin du bilan. Pour recueillir les urines, nous avons opéré uniquement sur des garçons munis d'une canule fixée à demeure et reliée au bocal de collecte par un tube de caoutchouc. L'urine reçue dans 20 ml d'acide sulfurique dilué et conservée sous toluène était analysée à la fin des 5 jours.

TABLEAU XXXVIII

	Bilan	Régime reçu depuis	N total, des ingesta en gramme	N total des excréta par kg	Balance azotée par jour	Rétention pour cent	N urines	Coefficient apparent d'utilisa- tion diges- tive
							N selles	
A	1 ^{er} bilan (16-21 mai)	5	0,827	0,719	0,108	12,5	2,42	74,4
	2 ^e bilan (7-12 juin)	27	0,878	0,651	0,227	25,8	1,6	72,2
	3 ^e bilan (26-29 juin)	45	1,022	0,658	0,364	35,6	1,8	77,6
B	1 ^{er} bilan (16-21 mai)	5	0,788	0,762	0,086	10,9	1,9	69,7
	2 ^e bilan (7-12 juin)	27	0,825	0,639	0,186	22,5	1,3	67
C	1 ^{er} bilan (16-21 mai)	5	0,980	0,767	0,213	21,7	0,89	58,7
	2 ^e bilan (13-18 juin)	33	0,926	0,748	0,178	19	1,4	67
D	1 ^{er} bilan (30/5-4/6)	9	0,967	0,727	0,240	24,8	2,29	77
	2 ^e bilan (13-18 juin)	23	1,038	0,706	0,331	32	0,82	62
E	1 ^{er} bilan (7-12 juin)	17	1,242	0,926	0,316	25,4	1,1	65
	2 ^e bilan (24-29 juin)	34	1,190	0,729	0,461	38,7	1,2	72
F	1 ^{er} bilan (8-13 juin)	7	0,848	0,678	0,170	20	1,1	62
	2 ^e bilan (24-29 juin)	24	1,051	0,714	0,337	32	1,2	69

Selles : le cycle correspondant aux 5 jours était marqué au carmin ; les selles recueillies dans des récipients étaient aussitôt récupérées dans des bocalx contenant de l'acide sulfurique dilué et du toluène. Les prélèvements étaient homogénéisés au mixer et analysés en fin de bilan. Les lavages pour la récupération totale des selles étaient pratiqués avec de l'eau distillée dont la quantité utilisée pour les 5 jours était notée.

Dosage de l'azote. — Après kjeldahlisation des prises d'essais, nous avons adopté la technique de CONNAY (1).

L'ammoniaque, déplacé par une solution concentrée alcaline (soude ou potasse), fixé par une solution saturée d'acide borique, est titré par une solution d'acide chlorhydrique 0,05 N.

La diffusion a été réalisée dans les cellules de CONNAY pendant deux heures sur agitateur à 20 degrés. Pour la précision et la commodité du dosage, nos prises d'essais ont été calculées de façon à verser 0,8 ml à 1,2 ml de HCL 0,05 N. La seule difficulté a été d'obtenir un mélange homogène des selles de 5 jours. L'homogénéisation au mixer a été très satisfaisante.

Après des essais nous avons adopté un temps de minéralisation de 5 à 6 heures pour les urines (moyenne 2 ml), de 8 heures pour les selles (moyenne 5 ml de selles diluées).

c) Résultats.

Rappelons tout d'abord les coefficients utilisés :

La balance : ingesta — excreta.

Le coefficient apparent d'utilisation digestive :

$$\frac{N \text{ ingéré} - N \text{ fécal}}{N \text{ ingéré}} \times 100.$$

Le pourcentage de rétention azotée :

$$\frac{N \text{ ingéré} - (N \text{ urinaire} + N \text{ fécal})}{N \text{ ingéré}} \times 100.$$

Les résultats des 13 bilans figurent dans le tableau XXXVIII. L'azote des ingesta, des excreta, et du bilan, est rapporté au kg de poids corporel par jour (en physiologie, on préfère parfois la calorie de base).

Le pourcentage de rétention est apparemment variable, oscillant de 10 à 38 %.

En réalité, dans 5 observations, le taux de rétention azotée s'améliore du premier au deuxième bilan.

(1) CONNAY E. S. — *Microdiffusion Analysis and Volumetric error*; 4th revised edition, 1957.

Pourcentage de
rétention azotée

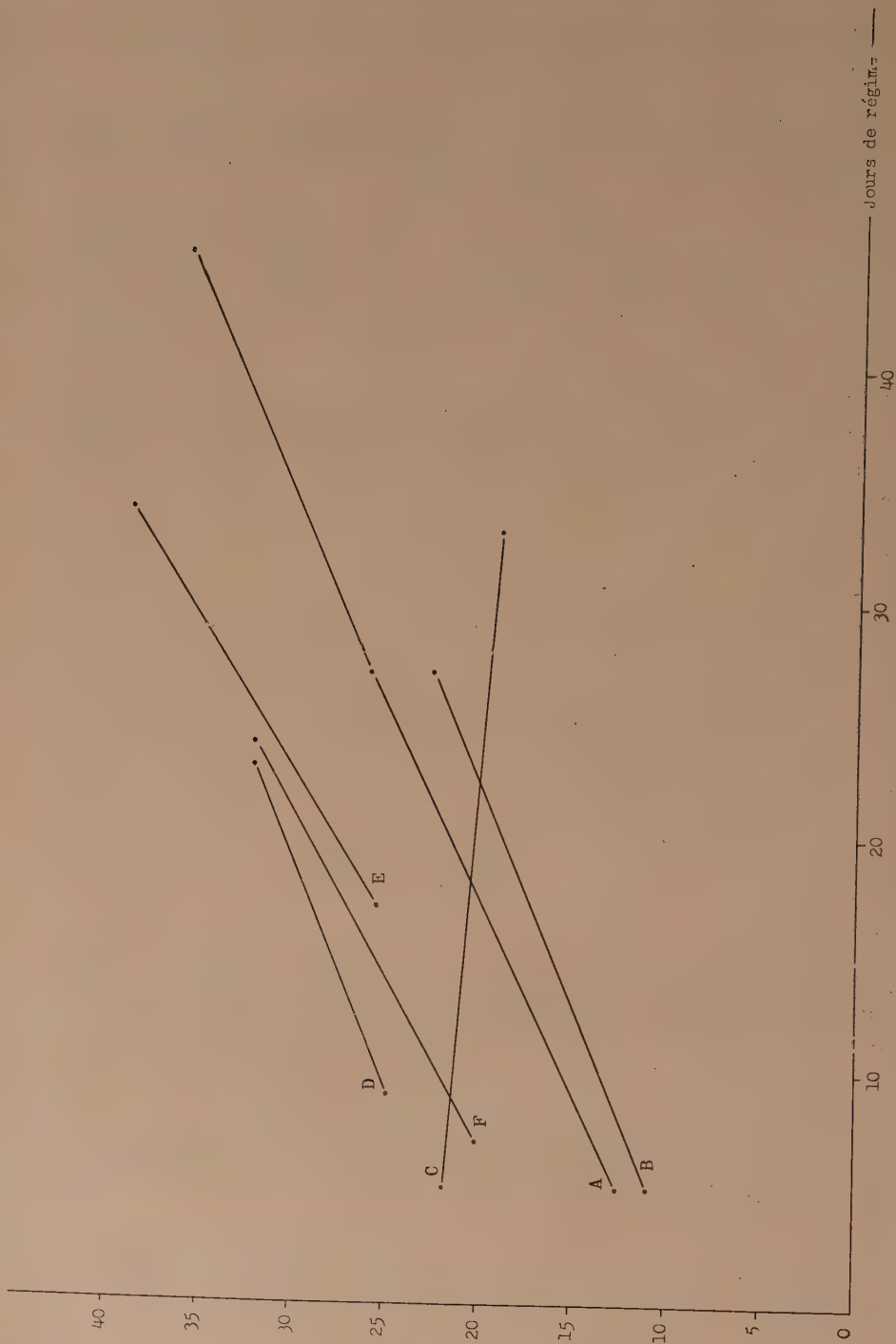


Fig. 7. — Evolution du pourcentage de rétention azotée suivant la durée

Parmi les raisons susceptibles d'expliquer cette amélioration, deux semblent se dégager de l'analyse des résultats :

- tout d'abord, dans presque tous les cas, la quantité d'azote ingérée a augmenté d'un bilan à l'autre. Mais cette augmentation est parfois très faible, comme dans l'observation B, où la quantité d'azote ingérée au premier bilan est sensiblement la même que celle ingérée au deuxième bilan (respectivement 0,788 et 0,825 g/kg/jour) alors que le pourcentage de rétention passe de 11 à 22 %. La quantité ingérée est même, dans l'observation E, inférieure au cours du deuxième bilan : 1,190 contre 1,242 g/kg/jour, au cours du premier bilan ; or, le pourcentage de rétention s'améliore quand même, passant de 25 à 38 % ;
- il semble donc que l'on puisse faire intervenir un second facteur, en tenant compte du nombre de jours pendant lequel ces enfants reçurent le régime R9. En effet, en considérant la date des bilans par rapport à l'introduction du régime, on remarque que les premiers bilans ont un pourcentage de rétention assez faible, variant de 11 à 25 %, mais que celui-ci s'améliore au cours des bilans ultérieurs, pour atteindre des chiffres de 19 à 38 % (deux fois seulement inférieurs à 25 %). L'exemple de l'observation A est assez significatif :

Premier bilan : 13 %

Deuxième bilan : 26 %

Troisième bilan : 35 %.

La figure 7 montre pour chacune des observations la courbe de la rétention azotée par rapport à la date d'installation du régime.

Il semble nécessaire d'invoquer, dans les conditions de notre étude, l'intervention de phénomènes d'adaptation, hypothèse que semble confirmer l'allure générale des courbes de poids, avec une première phase croissante, suivie secondairement d'une remontée.

Mais il est impossible de séparer ce qui revient d'une part à l'adaptation digestive et métabolique au nouveau régime, de ce qui revient d'autre part à l'adaptation psychologique à de nouvelles conditions de vie.

Nous pensons cependant que cette dernière joue un rôle extrêmement important, compte tenu des bons résultats obtenus avec le régime R8, peu différent de R9, exposés précédemment (paragraphe D) :

Les enfants soumis au régime R8 étaient également des orphelins, sensiblement du même âge et présentaient aussi au départ un état d'hospitalisme avec hypotrophie, mais :

- ils séjournèrent depuis 8 mois dans le Service lors de l'institution du régime, et ne changèrent ni de chambre, ni de lit ;
- des liens affectifs solides les liaient au personnel de l' « Unité-Recherches » du Service ;
- ils disposaient pour leurs petits soins de 4 personnes (pour 4 enfants) contre 3 personnes pour les 6 enfants au régime R9 ;
- ils ne furent pas soumis à l'épreuve du lit métabolique.

Le coefficient apparent d'utilisation digestive est assez bon (60 à 75 %) pour des protéines d'origine en grande partie végétale (75 %).

De ce résultat, il faut rapprocher :

- une importante élimination d'azote par les selles, que laissait d'ailleurs prévoir l'abondance de celles-ci ;
- un rapport $\frac{\text{azote urinaire}}{\text{azote fécal}}$ faible, variant de 0,8 à 2,4, à peine supérieur à 1 dans l'ensemble.

Nous n'avons pas pu effectuer le dosage de l'azote fécal endogène ; celui-ci se trouverait augmenté dans deux circonstances physiologiques :

- lorsque l'apport total des matières sèches et la concentration du matériel indigestible dans la ration sont élevés, ce qui est le cas de notre régime ;
- lorsque le taux protidique de la ration est élevé, ce qui se trouve également réalisé dans nos observations.

On peut donc en conclure que la digestibilité réelle, exprimée par le coefficient d'utilisation digestive $\frac{I - (F - F_m)}{I}$ est nettement supérieur à 75 %.

c) Si l'on compare enfin les balances azotées aux quantités d'azote ingérées, il semble que la quantité retenue soit sensiblement proportionnelle à la quantité d'azote ingérée.

Pourcentage de
rétention azotée



Fig. 8. — Variations du pourcentage de rétention azotée en fonction de la quantité d'azote ingérée.

Le pourcentage de rétention s'améliore après une phase d'adaptation, comme nous l'avons vu, mais également avec la quantité d'azote ingérée selon une courbe (fig. 8) dont le maximum serait aux environs de 1 g d'azote (soit 6,25 g de protéines) par kg et par jour, chiffre très élevé en comparaison des besoins normaux. L'explication de ce résultat n'est pas simple, mais trois facteurs semblent, entre autres, intervenir :

- apport en grande partie végétal (75 %) des protides de la ration ;
- état hypotrophique des enfants soumis au régime ;
- état psycho-moteur particulier créé par de mauvaises conditions affectives, et entraînant un catabolisme exagéré.

En conclusion, les résultats de ces bilans azotés sont loin d'être pleinement satisfaisants, mais ne caractérisent le régime étudié (R9) qu'en considérant les conditions assez mauvaises dans lesquelles il fut donné aux enfants ; les coefficients ainsi déterminés ne représentent que des limites minimums d'efficacité :

- le taux de rétention azotée s'améliore après une période d'adaptation qui fut dans les conditions de notre étude, plus longue que celle couramment admise, car il ne s'agissait pas seulement d'une adaptation somatique au régime : après deux mois de régime, ce taux de rétention ne dépasse guère 35 % ;
- ce taux de rétention augmente également en même temps que la quantité d'azote ingérée, avec un maximum aux environs de 1 g d'azote par kg de poids et par jour ;
- le coefficient apparent d'utilisation digestive est voisin de 75 %.

CONCLUSIONS DES ESSAIS EFFECTUÉS DANS LE SERVICE DE PÉDIATRIE

1° Les essais exposés aux paragraphes A et B montrent la bonne acceptabilité de doses élevées de farines de poisson et de tourteau d'arachide, avant l'âge de 6 mois.

Cependant, en ce qui concerne la farine d'arachide, il apparaît souhaitable :

- De ne pas dépasser 5 g de farine par kg de poids et par jour, dose très inférieure à celles qui ont donné lieu à quelques troubles de l'absorption intestinale.
- De mélanger la farine à d'autres aliments, sous forme de bouillies composées.

2° Les essais exposés au paragraphe C montrent la possibilité de guérir des états de malnutrition au moyen de ces aliments. Toutefois :

- En l'absence de protéines d'origine animale, ces guérisons ont été rares.
- Même les mélanges mil-arachide-poisson agissent mal dans les cas graves, et dans tous les cas la guérison est plus lente qu'avec les régimes à base de lait qui eux-mêmes agissent moins rapidement que les régimes à base d'hydrolysats de caséine.

Enfin et surtout, le mélange mil-arachide-poisson (R8) s'est montré capable de compléter efficacement l'allaitement maternel, insuffisant à lui seul à maintenir une croissance normale après 6 mois. C'était là notre but principal : mettre au point un aliment complémentaire préparant le sevrage.

3° Les essais exposés aux paragraphes D et E concernent des enfants apparemment sains, quoique hypotrophiques, alimentés exclusivement par un mélange mil-arachide-poisson (complété par sucre et huile). Les résultats assez divergents de ces deux groupes d'essais sont une excellente illustration des difficultés de l'expérimentation en nutrition humaine.

Ils permettent d'interpréter les médiocres résultats de nos bilans azotés sans trop de sévérité pour le régime étudié (R9) ; en effet, un enfant bien portant ne peut avoir une croissance satisfaisante, quelle que soit la qualité de son régime alimentaire, qu'en vivant dans des conditions psycho-affectives favorables. Ces conditions ont été réunies pour les quatre enfants soumis au régime R8 ; elles ont fait défaut aux six enfants soumis au régime R9 (peu différent de R8) : les courbes de poids en témoignent éloquemment.

On peut donc affirmer que ce type de mélange possède une valeur nutritive certaine et représente un apport protéique valable pour le jeune enfant, surtout intéressant dans un pays non producteur de lait.

Il ne doit cependant pas constituer la totalité de l'alimentation, car il serait susceptible dans ces conditions de provoquer l'apparition de quelques troubles de l'absorption intestinale (ballonnement abdominal, selles volumineuses, azote fécal élevé).

3. — Essais effectués au Centre de P. M. I.

L'enquête entreprise au Centre de Protection Maternelle et Infantile avait pour objet d'apprécier l'efficacité d'une supplémentation alimentaire par les protéines de l'arachide dans le traitement de la malnutrition fruste.

Nous avons cherché à comparer l'évolution des symptômes et la croissance pondérale dans quatre groupes d'enfants qui recevaient, en complément à leur alimentation habituelle, du mil, du lait écrémé, un mélange de mil et d'arachide ou un mélange de mil-arachide-poisson.

Les deux premiers types de régime sont les régimes témoins, l'un mauvais, l'autre théoriquement idéal. La ration calorique et protidique — équivalente dans celui-ci et dans les deux régimes à l'arachide — a été fixée à 250 calories et 16,56 g de protéines par jour, ce qui correspond à 400 ml de lait écrémé reconstitué, sucré à 5 %.

L'équivalence calorique est respectée pour le régime témoin de mil qui ne fournit que 5 grammes de protéines par jour.

TABLEAU XXXIX

*Composition des régimes de suppléments étudiés
au Centre de P.M.I. (1958-1960) (1)*

MIL SEUL			
	en grammes	Protéines	Calories
Farine	50	5	170
Sucre	20	—	80
Soit total	70	5	250
MIL + TOURTEAU D'ARACHIDE			
Mil	27,6	2,76	93,84
Arachide	27,6	13,80	96,6
Sucre	14,8	—	59,2
Soit total	70	16,56	249,64
MIL + TOURTEAU D'ARACHIDE + POUDRE DE POISSON			
Mil	25	2,5	85
Arachide	13,12	6,56	45,92
Poisson	10	7,5	36
Sucre	20,88	—	83,52
Soit total	69	16,56	250,44
LAIT ÉCRÉMÉ (2 × 200 ml)			
Poudre de lait	46	16,56	165,6
Sucre	21	—	84
Soit total	67	16,56	249,6

(1) Nous avons choisi comme bases de calcul les chiffres (arrondis) de 10 grammes de protéines et 340 calories pour 100 grammes de mil et de 50 grammes de protéines et 350 calories pour 100 grammes d'arachide, et pris pour le poisson et le lait écrémé en poudre les chiffres indiqués par les tables de la F.A.O., respectivement 75 et 36 grammes de protéines, 365 et 360 calories pour 100 grammes de produit.

TABLEAU XL

*Composition en acides aminés des quatre types de régime
de supplémentation étudiés au Centre de P.M.I. (1958-1960)*
(ration journalière) (1)

	Mil	Mil	Ara- chide	Total	Mil	Ara- chide	Pois- son	Total	Lait écrémé
Cystine	0,07	0,041	0,243	0,284	0,03	0,11	0,14	0,28	0,16
Isoleucine ...	0,27	0,175	0,665	0,840	0,13	0,31	0,42	0,86	0,42
Leucine	0,91	0,481	0,983	1 464	0,45	0,46	0,63	1,54	1,21
Lysine	0,16	0,105	0,577	0,682	0,08	0,27	0,71	1,06	1,41
Méthionine ..	0,14	0,074	0,142	0,216	0,07	0,06	0,2	0,33	0,51
Phénylalanine	0,26	0,139	0,817	0,956	0,13	0,38	0,3	0,81	0,89
Thréonine ...	0,25	0,125	0,438	0,563	0,12	0,20	0,4	0,72	0,76
Tryptophane .	0,12	0,068	0,178	0,246	0,06	0,08	0,06	0,20	0,24
Tyrosine			0,579			0,27	0,18		0,97
Valine	0,33	0,188	0,804	0,992	0,16	0,38	0,425	0,96	1,13

(1)D'après BLOCK and BOLLING : *Amino Acid Content of Protein and foods*, 1951.

CHOIX DES SUJETS.

L'efficacité devant se juger par la guérison du syndrome de malnutrition, nous avons choisi des enfants récemment sevrés, présentant :

- une hypotrophie pondérale manifeste, ou des œdèmes avec ou sans hypotrophie pondérale ;
- des troubles cutané-muqueux : dyspigmentation, cheilite, langue décapillée ;
- des anomalies des cheveux : plus ou moins dépigmentés, défrisés et fragiles.

Les signes digestifs et les troubles psychiques étaient très variables car nous avons systématiquement éliminé les cas trop graves qui auraient exigé l'hospitalisation ou le gavage.

De même, les maladies infectieuses aiguës susceptibles de troubler la symptomatologie (stomatite, rougeole, etc...) nous ont obligé à rejeter certaines observations. Mais nous n'avons pas tenu compte de l'enquête alimentaire pour apprécier l'étiologie nutritionnelle du syndrome, devant l'impossibilité d'obtenir des renseignements précis sur la période précédant son apparition.

Afin d'assurer une surveillance régulière des sujets de l'enquête, seuls ont été retenus ceux qui habitaient à proximité du Centre de P.M.I. où leur mère pouvait les amener chaque jour ; et l'accord de principe à ces visites quotidiennes était exigé avant l'inscription.

Nous comptons étudier 200 observations. Nous avons dû arrêter notre enquête avant, car il devient de plus en plus difficile de trouver à proximité du centre des cas de ce genre. Les mères susceptibles d'accepter la discipline de la visite quotidienne ont toutes reçu des conseils de régime et les malnutritions vues au centre viennent maintenant de plus loin — ou d'un milieu beaucoup moins coopérant.

CHOIX DU RÉGIME.

Pour éliminer les influences saisonnières éventuelles, nous avons fait alterner régulièrement les quatre types de régime. Chaque semaine était ainsi fixé d'avance le régime destiné aux nouveaux inscrits. Une seule exception fut prévue pour les enfants mis d'abord au régime témoin de mil, dont on devait modifier le régime après constatation de l'échec de ce régime témoin. Si leur nouvelle inscription les classait encore au mil, on les mettait au mil-arachide.

Cependant une interruption dans les approvisionnements en farine de poisson nous a privés du régime mil-arachide-poisson pendant huit mois. Le mil ayant manqué pendant trois mois nous avons été amenés à suspendre l'enquête. Ceci explique l'insuffisance relative des deux groupes mil et mil-arachide-poisson qui ne comprennent que 40 observations au lieu des 50 prévues.

PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL.

Les enfants récemment sevrés, habitant à proximité du Centre de P.M.I., ont été systématiquement examinés par l'une de nous dès qu'un quelconque symptôme pouvant faire envisager une malnutrition était constaté par une infirmière, une sage-femme ou un autre médecin à l'une des consultations.

Tous les examens cliniques ont été ainsi pratiqués par le même médecin. L'utilisation d'une fiche clinique facilitait la comparaison des symptômes et le contrôle de l'évolution.

Quelques enfants ont subi en même temps que l'examen clinique un contrôle biologique (taux des protéines et électrophorèse...). Mais nous avons généralement évité les prises de sang pour ne pas décourager les mères comme cela s'est produit dans des expériences précédentes. Les tests tuberculiniques ont été systématiquement contrôlés : deux tuberculoses ont été ainsi dépistées et retirées de l'enquête.

A ce premier examen, on éliminait systématiquement tout enfant présentant une affection associée à la malnutrition (pneumopathie - otite - angine) et toute malnutrition jugée trop grave d'emblée (apathie profonde, larges placards hyperpigmentés ou ulcérations torpides traduisant un kwashiorkor franc...).

Cependant, les diarrhées, même intenses, ne nous ont pas empêché de traiter la malnutrition, en associant une thérapeutique adsorbante et anti-infectieuse au besoin.

Après cet examen clinique, les enfants retenus pour l'enquête étaient immédiatement adressés au Service diététique où ils recevaient la première ration du régime fixé. Le personnel de ce service (où une aide-infirmière était spécialement chargée de la surveillance des enfants de l'enquête) en même temps qu'il donnait les indications pratiques pour le régime complémentaire, interrogeait la mère sur le régime habituel puis l'accompagnait à son domicile.

Cette visite à domicile a permis d'avoir quelques précisions sur le mode de vie familiale, de contrôler l'alimentation de l'enfant et surtout

de connaître exactement l'adresse des sujets de l'enquête pour pouvoir les retrouver en cas d'interruption des visites au Centre.

La surveillance des enfants en cours d'observation s'est faite sur le plan clinique et sur le plan diététique.

Cliniquement, ils ont été réexaminés environ deux fois par semaine le premier mois, une fois par semaine le deuxième mois. En outre, tout incident, toute inquiétude de la mère justifiait une consultation supplémentaire, les enfants « en enquête » disposant d'une priorité d'accès aux consultations médicales et les cas jugés alarmants ayant été suivis quotidiennement. Cet examen clinique, assuré toujours par le même médecin, a comporté régulièrement la mise au point de la fiche clinique, avec mention du poids, et un contrôle de l'aspect macroscopique des fèces. Un tel contrôle a paru nécessaire pour apprécier l'état de la digestion, car les renseignements fournis par l'interrogatoire des mères sont trop imprécis.

La prise quotidienne du régime a été contrôlée dans tous les cas soit au Centre, soit au besoin à domicile. Une demi-ration était servie chaque matin sur place à l'enfant, la deuxième étant emportée par la mère qui la donnait le soir à la maison. L'infirmière ou une auxiliaire surveillait la façon dont l'enfant mangeait au centre et notait ses observations éventuelles.

C'est ainsi que nous avons pu constater le refus systématique de toute bouillie chez un enfant — et le refus électif pour la bouillie au poisson chez un autre. Dans tous les autres cas, l'anorexie, fréquente au début, était vaincue au bout de trois ou quatre jours, sauf aggravation (échecs). Cette surveillance quotidienne par le personnel infirmier et auxiliaire permettait d'ailleurs de dépister immédiatement les signes éventuels d'aggravation. Nous avons donc pu ainsi effectuer sans inquiétude particulière nos observations de régime témoin de mil, la modification du régime survenant dès que l'échec paraissait manifeste.

CRITÈRES D'EFFICACITÉ.

1° Nous avons défini deux catégories de résultats : bons ou mauvais (ou échecs), les bons résultats étant caractérisés par la disparition des œdèmes ou, en leur absence, la reprise de la croissance pondérale et l'atténuation des signes cliniques de malnutrition.

La durée d'observation prévue était de 60 jours.

2° Pour préciser les différences entre les bons résultats obtenus, nous avons également fait intervenir l'augmentation pondérale moyenne par jour, en distinguant les cas avec œdèmes ou sans œdèmes au début de l'observation.

Les tableaux XLI et XLII indiquent la répartition des résultats et les moyennes dans chaque groupe.

La similitude des groupes considérés est confirmée par le peu de différence entre les moyennes d'âge et de poids.

LES DIFFICULTÉS.

La constatation des *échecs* ne pouvait pas se faire après une très longue observation :

La persistance des œdèmes au-delà du quinzième jour ou un poids stationnaire en l'absence d'œdèmes nous ont fait classer comme mauvais certains cas limites, mais la plupart des échecs se manifestaient par une aggravation du syndrome qui obligeait à modifier rapidement la thérapeutique : apparition ou augmentation des œdèmes, hyperpigmentation, anorexie et apathie.

Cependant, pour apprécier l'efficacité du régime, il nous a paru nécessaire d'exiger une durée minimum de six jours d'observation. Les cas d'aggravation précoce obligeant à modifier le régime avant le sixième jour ont donc été éliminés du tableau des résultats : 26 cas ont été ainsi rayés de nos enquêtes ; il en est de même des cas compliqués par une autre *maladie* constatée dans la première semaine d'observation : 14 cas. Il s'est agi, outre les deux tuberculoses déjà mentionnées, de rougeole (6 cas), stomatite vésiculeuse (2 cas), otite, angine, diarrhée infectieuse et septicémie.

De telles affections, survenant chez des sujets en observation depuis plus de 7 jours, nous ont fait interrompre ces observations ; mais nous avons cependant tenu compte des résultats déjà obtenus : 16 observations ont été ainsi abrégées (7 à 45 jours) assez également réparties entre les différents groupes.

Notons que l'engagement d'assiduité pris par la mère au début de chaque enquête ne nous a pas mis à l'abri des départs inopinés (20) ou même des *refus* de la mère de présenter l'enfant aux consultations malgré l'insistance des visiteuses à domicile (9 cas). Ajoutons à ceci trois interruptions pour cause familiale (maladie de la mère) et 6 cas où la défaillance du personnel chargé des visites à domicile n'a pas permis de retrouver immédiatement l'enfant.

TABLEAU XLI

Classement des résultats selon le régime

	Mil		Mil/Arachide		Mil/Ara- chide/Poisson		Lait	
	Sans œdème	Avec œdème	Sans œdème	Avec œdème	Sans œdème	Avec œdème	Sans œdème	Avec œdème
Echecs	4	24	4	9	3	6	4	9
<i>Bons résultats</i> (augmentation pondé- rale quotidienne)								
En grammes :								
0 à 5	—	—	—	6	—	3	1	—
5 à 10	—	—	1	2	3	3	1	1
10 à 15	4	1	1	1	2	2	1	3
15 à 20	1	1	1	6	—	4	2	3
20 à 25	—	—	2	11	3	4	4	2
25 à 30	1	2	1	3	1	1	4	3
30 à 35	—	1	1	1	—	1	2	2
35 à 40	—	—	—	—	—	1	—	3
plus de 40	—	1	—	—	1	2	1	4

TABLEAU XLII

Action comparée des différents régimes

	Nombre	Age moyen en mois	Poids moyen en gram.	Durée moyenne en jours	Augmentation pondérale en grammes	
					Totale	par jour
<i>Mil seul</i>						
Echecs	28	21,4	8,020	14,2	0	0
Bons sans œdèmes	6	20,50	8,401	41,66	671,66	16,12
Bons avec œdèmes	6	18,5	7,675	35,1	763,3 (— 760/1)	21,84
Total et moyenne	40	20,81	8,019	21,95	216	10
<i>Mil-arachide</i>						
Echecs	13	21,34	8,227	14,92	0	0
Bons sans œdèmes	7	19,85	8,537	50,71	1 138	22,38
Bons avec œdèmes	30	22,41	8,966	53,86	875 (— 308,5/20)	16,24
Total et moyenne	50	21,78	8,714	43,20	684	15,79
<i>Mil-arachide-poisson</i>						
Echecs	9	20,55	8,387	12,66	0	0
Bons sans œdèmes	10	22,00	8,659	38,30	734	19,16
Bons avec œdèmes	21	19,76	8,541	39,57	667,10 (— 527/11)	16,79
Total et moyenne	40	20,37	8,535	33,27	533,75	16,03
<i>Lait écrémé</i>						
Echecs	13	21,11	8,153	16,30	0	0
Bons sans œdèmes	16	20,43	8,472	55,93	1 220	21,81
Bons avec œdèmes	21	20,90	8,743	50,80	1 309 (— 400/11)	25,77
Total et moyenne	50	20,81	8,503	43,48	940,40	21,62

Les quantités négatives indiquent la chute de poids initiale moyenne liée à la fonte des œdèmes avec le nombre d'enfants chez lesquels elle a été observée.

Ainsi, sur nos 180 observations, 54 ont été interrompues prématurément.

Nous ne comptons pas dans ces observations les cas éliminés avant le sixième jour.

Ces 180 observations concernent 159 enfants, 19 ayant bénéficié d'un deuxième régime *après échec du régime mil*, et 1 de 3 régimes successifs : mil-mil arachide, puis lait, car il refusait les bouillies. Mais il est intéressant de noter que pour retenir ces 159 enfants nous en avons inscrits 242. 83 ont été éliminés avant le sixième jour. Nous avons déjà mentionné les 26 aggravations et les 14 maladies associées à la malnutrition. En outre, deux enfants ont refusé la bouillie de poisson. 14 mères ont refusé de revenir aux consultations (4 de celles-ci ont d'ailleurs hospitalisé directement leurs enfants) ; et 27 ont quitté leur domicile qui souvent n'était qu'une adresse de passage. La répartition par groupe de régime de ces 41 disparitions précoces est assez particulière : 5 au mil-arachide, 12 au mil-arachide-poisson et 19 au lait. Une différence significative ($P = 0,01$) apparaît entre mil-arachide et lait quant à l'intérêt qu'apportent les mères à un tel régime. Ce même phénomène a pu être constaté quand, après deux mois d'un régime expérimental de bouillies, nous avons donné des rations complémentaires de lait à une mère — en même temps que des conseils alimentaires — la plupart des femmes jusque-là très assidues, pour les distributions de farines, ont cessé de fréquenter le Centre, n'accordant apparemment pas au lait les mêmes vertus thérapeutiques qu'aux bouillies.

ETUDE CRITIQUE DES RÉSULTATS.

1° Le nombre d'échecs et de bons résultats est très comparable dans les trois lots qui recevaient un supplément hyperprotidique. Il n'y a aucune différence entre les lots mil-arachide et lait, et la comparaison avec le lot mil-arachide-poisson, si elle est en faveur de ce dernier (22,5 % d'échecs au lieu de 26 %), ne montre pas de différence statistiquement significative.

Par contre, le régime témoin de mil donne 70 % d'échecs. On note une différence très significative quant aux proportions de succès et d'échecs entre le groupe au mil et les autres groupes ($\chi^2 = 16$ et 18 ; P est inférieur à 0,001).

La valeur de la farine d'arachide comme supplément protidique est ainsi mise en évidence sans qu'on puisse affirmer la supériorité du régime mil-arachide-poisson sur le mil-arachide.

2° L'augmentation pondérale quotidienne moyenne est nettement plus élevée dans le groupe recevant du lait écrémé que dans les deux autres (21,62 g d'une part; 15,79 g et 16,03 g d'autre part) et cette différence se retrouve dans la répartition des cas.

L'étude statistique de cette répartition schématisée au tableau XLIII montre une différence significative entre lait d'une part, mil-arachide ou mil-arachide-poisson d'autre part.

TABLEAU XLIII

Augmentation pondérale moyenne par jour	Mil-arachide	Lait	Mil-arachide poisson
0 à 20 g.....	18	12	17
20 à 25 g.....	13	6	6
plus de 25 g.....	6	19	7

La première comparaison donne $\chi^2 = 10,8$; P est inférieur à 0,01.

La deuxième comparaison donne $\chi^2 = 8,6$; P est inférieur à 0,02.

Par contre, il n'y a pas de différence significative entre mil-arachide et mil-arachide-poisson.

Mais cette étude ne tient pas compte de la présence d'œdèmes dans la plupart des cas des groupes mil-arachide et mil-arachide-poisson. Or l'augmentation pondérale est dans l'ensemble plus faible dans les cas avec œdèmes et le nombre est insuffisant pour attribuer une valeur significative à la différence constatée pour les cas sans œdèmes entre les différents groupes.

CONCLUSIONS

L'efficacité d'un apport protidique, en complément à l'alimentation traditionnelle, pour le traitement de la malnutrition fruste, est démontrée par la différence — statistiquement significative — quant au nombre d'évolutions favorables entre le groupe témoin (ration de mil) et les trois autres groupes (dont la supplémentation apportait 11,56 g de protéines de plus par jour). Le premier n'a eu que 30 % d'amélioration et les trois autres 74 à 77 %.

La valeur du mélange mil-arachide est, sur ce plan, comparable à celle du lait et l'adjonction de poudre de poisson ne modifie pas les résultats dans cette expérience.

Par contre, la supériorité du lait se manifeste quand on considère l'augmentation pondérale au cours de la période d'observation ; la moyenne quotidienne est de plus de 21 g avec le lait, d'environ 16 g avec les mélanges mil-arachide et mil-arachide-poisson. La répartition des cas favorables selon l'augmentation pondérale montre de même une différence significative entre le groupe recevant du lait et les deux autres, mais non entre ces deux-ci.

Mais cet avantage du lait serait en partie compensé par le nombre important de régimes « lait » qui ont été interrompus avant six jours. Ces disparitions un peu moins fréquentes dans le groupe mil-arachide-poisson sont nettement plus rares dans le groupe mil-arachide ; les mères semblent préférer les bouillies.

Ainsi la supplémentation du régime traditionnel par un mélange de farines de mil et d'arachide est un moyen efficace de traitement de la malnutrition fruste.

4. — Distribution de biscuits riches en protéines

La préparation d'un aliment riche en protéines sous forme de biscuits en favorise la distribution. Celle-ci peut s'effectuer aisément dans les écoles avec le concours des maîtres.

De plus, bien que le prix en soit légèrement plus élevé que celui des mélanges de farines, cette présentation semble appelée à jouer son rôle dans l'avenir :

— agréable au goût et prête à être consommée sans apprêt culinaire, elle peut gagner très rapidement la faveur des consommateurs car il existe déjà au Sénégal un biscuit ordinaire, le « biscuit de mer » de fabrication locale, qui est très demandé ;

— un expert en technologie alimentaire de la F.A.O. doit étudier la mise au point d'un tel produit enrichi en farine d'arachide ;

— enfin, et surtout, il existe à Dakar toutes les installations nécessaires à la production sur place de ce produit, et des contacts ont été pris avec une importante biscuiterie dakaroise pour aboutir à sa réalisation.

BISCUIT UTILISÉ.

Le biscuit utilisé nous a été préparé par une grande société de produits diététiques. Il est composé de farine de mil, de farine de tourteau d'arachide, de farine de poisson, auxquelles sont ajoutés du sucre, des aromates et une substance liante. Cette substance est nécessaire pour donner sa consistance au biscuit simplement comprimé, ce qui évite l'opération habituelle du chauffage à 120° qui, détruisant la lysine, diminuerait grandement la valeur protidique de l'aliment.

L'analyse chimique de ce biscuit est donnée dans le tableau XLIV en parallèle avec celle du biscuit utilisé comme témoin (biscuit C).

ACCEPTABILITÉ.

Ces biscuits ont été distribués en 1959 dans deux écoles de Dakar et une école de brousse à Khombole — en 1960 dans 22 classes à Dakar et dans 5 écoles de brousse. L'acceptabilité a été dans tous les cas excellente. La distribution était faite par les instituteurs eux-mêmes à l'heure de la récréation et, en cas d'oubli, les enfants réclamaient spontanément leurs biscuits.

TOLÉRANCE.

Ces biscuits absorbés chaque jour par les enfants pendant toute la durée de l'année scolaire (7 mois) n'ont entraîné aucun incident digestif.

EFFICACITÉ.

Pour juger de l'efficacité de ces biscuits donnés en supplément de la ration alimentaire habituelle, nous avons comparé divers lots d'enfants, les uns recevant des biscuits riches en protéines (Biscuit N), les autres

TABLEAU XLIV

Composition comparative des biscuits N et des biscuits C

BISCUIT N

Humidité	5,04 %
Cendres	3,57 %
Protides	30,62 %
Lipides	10,42 %
Glucides	50,35 %
Phosphore	746 mg
Calcium	320 mg/%
Ca/P	0,43
Thiamine	0,12 mg

100 g de biscuits :

417,66 calories

30,62 g. protides

(Analyse TOURY, ORANA)

Un biscuit pèse 20 grammes et correspond donc à :

83,5 calories

6 g protides

BISCUIT C

Humidité	6,70 %
Cendres	1,06 %
Protides	8,75 %
Lipides	9,37 %
Phosphore	126 mg 4 %
Calcium	18,4 %
Glucides	74,12 %
Cellulose	0,25 %

100 g de biscuits :

415,8 calories

8,75 g protides

(Analyse TOURY, ORANA)

Un biscuit pèse 4 grammes et correspond à :

16,6 calories

0,35 g protides

5 biscuits = 83 calories

et 1,75 g protides : on peut donc (caloriquement) donner 5 biscuits C

pour 1 biscuit N. Coût = environ 55 fr. CFA par mois et par élève.

des biscuits ordinaires du commerce (Biscuit C). La distribution était faite de telle sorte que la ration calorique supplémentaire était la même et que seule différait la teneur en protéines (tableau XLIV).

Nous rapporterons le résultat de trois expériences :

— une première étude préliminaire menée à Dakar de janvier à juin 1959 ;

— une étude portant sur plus de 1 000 enfants appartenant à 22 classes primaires de Dakar, menée de janvier à juin 1960 ;

— une étude parallèle menée pendant cette période sur cinq écoles de brousse.

Dans les trois études, les enfants ont été pesés au début et à la fin de la période de distribution des biscuits. Les balances utilisées avaient une précision de l'ordre de la dizaine de grammes. Les accroissements pondéraux calculés d'après ces poids ont été regroupés par classes de 200 g.

Un certain nombre de sujets présentaient un poids s'écartant trop nettement de la moyenne de leur âge ou une variation de poids aberrante. Ces résultats étaient dus soit à une erreur, soit à l'activité d'une cause incidente (maladie en cours ou avant l'expérimentation, etc...). Ils ont été écartés des histogrammes pour ne pas fausser l'appréciation d'un phénomène moyen.

L'étude de signification des différences entre les moyennes, étant donné l'effectif des échantillons, a été conduite par la méthode de l'écart C en posant :

$$C = \frac{m_1 - m_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1}{N_1} + \frac{\sigma_2}{N_2}}}$$

A. — ETUDE PRÉLIMINAIRE (Dakar, janvier à juin 1959).

Cette étude préliminaire a porté sur 1 035 enfants, du 23 janvier 1959 au 30 juin 1959.

871 enfants ont reçu le biscuit expérimental N ;

164 enfants ont reçu le biscuit témoin C.

Leur âge variait de 6 à 16 ans, selon le tableau XLV.

TABLEAU XLV

Elèves par tranches d'âges recevant des biscuits

Age	Nombre d'enfants recevant biscuit N	Nombre d'enfants recevant biscuit C
16	1	
15	8	
14	30	2
13	91	11
12	152	15
11	176	11
10	145	10
9	118	30
8	96	54
7	53	30
6	1	1
Total	871	164

Dans cette étude préliminaire, les échantillons n'avaient pas été suffisamment appariés au préalable. Aussi une comparaison n'a-t-elle pu porter que sur les trois échantillons correspondant à 7 ans, 8 ans et 9 ans.

Les résultats en sont donnés dans le tableau XLVI. Ils correspondent aux histogrammes de distribution des accroissements de poids (par classe de 200 g) de nos trois paires d'échantillons d'abord isolés, puis regroupés.

TABLEAU XLVI

	<i>Echantillon N</i>	<i>Echantillon C</i>	Différence
<i>7 ans</i>			+100 g
Effectifs	47	28	Ecart $c=0,04$
Moyenne d'accroissement	1,400 kg	1,300 kg	Signification P. 96
dispersion	1 200	1 000	Différence non significative
<i>8 ans</i>			+300 g
Effectifs	88	52	Ecart $c=1,5$
Moyenne d'accroissement	1,800 kg	1,500 kg	Signification P. 12
Dispersion	1 230	1 120	Différence peu significative
<i>9 ans</i>			+790 g
Effectifs	105	30	Ecart $c=3,6$
Moyenne d'accroissement.	1,860 kg	1,070 kg	Signification P. 001
Dispersion	1 360	1 020	Différence très significative
Echantillons groupés ... (7 ans+8 ans+9 ans) ..			+390 g
Effectifs	235	110	Ecart $c=3$
Moyenne d'accroissement	1,580 kg	1,190 kg	Signification P. 001
Dispersion	1 200	1 060	Différence significative

Il semblait donc en première analyse que la consommation régulière de biscuits riches en protéines ait entraîné un accroissement pondéral plus important que la consommation de biscuits pauvres en protéines.

Toutefois, cette expérience ne pouvait nous donner des résultats concluants du fait de l'effectif trop faible de l'échantillon témoin.

B. — DEUXIÈME EXPÉRIMENTATION (Dakar, janvier - juin 1960).

Tenant compte des enseignements de cette étude préliminaire, une deuxième expérience de distribution de biscuits a été menée à Dakar de janvier 1960 à juin 1960 sur 1132 enfants de deux écoles de Médina.

Cette fois, chacun des deux échantillons était composé de 11 classes mixtes dans lesquelles les proportions de filles et de garçons étaient analogues. Ces 11 classes comportaient : 4 cours préparatoires, 4 cours moyens et 3 cours élémentaires. La répartition des effectifs de chaque âge est donnée dans le tableau XLVII. Notre intention était de faire porter cette étude principalement sur les effectifs de 8, 9 et 10 ans, pour éviter la poussée de croissance pré-pubertaire qui risque de fausser les résultats. Mais il ne nous a pas été possible d'opérer une telle

sélection dans des écoles où l'âge scolaire est assez variable par rapport à l'âge chronologique. De plus, on ne pouvait évidemment, dans une classe, éliminer une partie des effectifs, et tous les enfants de la classe devaient même recevoir le même biscuit. Nous avons tout d'abord éliminé les sujets présentant un accroissement de poids supérieur à 7 kg ou une perte de poids supérieure à 3 kg. Ceci ne nous a fait éliminer que 17 sujets.

Nous avons établi les histogrammes de distribution des accroissements de poids par classe de 200 g des enfants des échantillons N et C.

Ces distributions se présentaient de façon parfaitement gaussienne avec, comme résultats :

Echantillon N : effectif : 566 ; moyenne d'accroissement : 1 108 g.

Dispersion : 1 300.

Echantillon C : effectif : 549 ; moyenne d'accroissement : 1 320 g.

Dispersion : 1 244.

soit une différence de 212 g entre les moyennes à laquelle correspond un écart $c = 2,79$. La différence était donc significative à $P = .006$.

En considérant que 96 % de notre population devait se trouver entre les limites de deux écarts-types de part et d'autre de la moyenne, nous avons considéré la distribution réduite aux limites de 1,500 kg et ± 4 kg.

Il était intéressant de constater alors que 20 sujets du groupe C avaient eu un accroissement de poids compris entre 4 et 7 kg contre 9 seulement du groupe N.

En éliminant ces sujets, les paramètres de nos deux distributions devenaient :

Echantillon N : effectif : 553 ; moyenne 1 038 ; dispersion : 940

Echantillon C : effectif : 523 ; moyenne : 1 184 ; dispersion : 980

soit une différence de 146 g correspondant à un écart $c = 2,47$, significative seulement à $P = .015$.

Il semble donc globalement que chez deux échantillons importants comportant les mêmes pourcentages des divers âges compris entre 8 et 14 ans ayant une origine sociale comparable et un mode de vie analogue, un apport complémentaire de protéines n'ait pas entraîné un accroissement pondéral moyen plus élevé de l'échantillon plus expé-

rimental que de l'échantillon témoin. Nous verrons plus loin que la légère différence constatée en sens inverse peut sans doute s'expliquer par un facteur étranger à l'expérience.

TABLEAU XLVII

Effectif des divers âges dans les deux échantillons

Ages	Echantillon C	Echantillon N	Ensemble
8 ans	111	103	214
9 ans	53	127	180
10 ans	50	106	156
11 ans	59	59	118
12 ans	101	59	160
13 ans	68	65	133
14 ans	29	31	60
Total	471	550	1 021

Note. — 1° La différence avec les effectifs globaux provient de l'existence dans les classes étudiées de quelques sujets de plus de 14 ans ou de moins de 8 ans.

2° Une certaine discordance est à noter entre les deux échantillons : 103 enfants de 9 et 10 ans dans l'échantillon C contre 233 dans l'échantillon N, et 150 enfants de 11 et 12 ans dans l'échantillon C contre 118 dans l'échantillon N.

Pour cerner ce phénomène de plus près, nous avons alors isolé dans nos deux échantillons trois couples de groupes d'âge équivalent correspondant aux cours préparatoire, moyen et élémentaire.

Les résultats sont résumés dans le tableau XLVIII.

TABLEAU XLVIII

Cours	Echantillon	Effectif	Moyenne d'accrois- sement	Différence
Préparatoire ..	C	226	1 064	+ 28 g
	N	239	1 036	
Moyen	C	139	1 360	+172 g
	N	146	1 188	
Elémentaire...	C	161	1 264	+160 g
	N	167	1 104	

Nous retrouvons donc à tous les âges le même phénomène que celui constaté globalement, c'est-à-dire un accroissement pondéral légèrement plus élevé du groupe C.

TABLEAU II

Poids moyens aux divers âges.

Âges ...	8 ans	9 ans	10 ans	11 ans	12 ans	13 ans	14 ans
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Poids moyen échan- lon C ..	20,690	23,080	24,750	27,720	29,740	32,570	33,330
Poids moyen échan- lon N...	21,520	23,230	25,170	27,150	30,890	33,530	34,970

Nota. — Il est intéressant de remarquer qu'à tous les âges, sauf à 11 ans, le poids moyen initial de l'échantillon N est légèrement supérieur à celui de l'échantillon C.

Nous nous sommes alors demandé si nous ne trouverions pas des différences d'accroissement intéressantes en fonction du poids initial des enfants.

Nous avons alors calculé le poids moyen initial des sujets aux divers âges (en kg). Les résultats sont donnés dans le tableau II.

Nous avons alors établi pour chaque âge l'histogramme de distribution des accroissements pondéraux, mais en notant, d'une part, les sujets qui avaient un poids initial inférieur au poids moyen de leur âge, d'autre part ceux qui avaient un poids initial supérieur à ce poids moyen.

En regroupant ces résultats, nous avons alors dressé les histogrammes suivants :

Histogramme n° 3, enfants de l'échantillon N à poids initial inf.
au poids moyen

Histogramme n° 4, enfants de l'échantillon N à poids initial sup.
au poids moyen

Histogramme n° 5, enfants de l'échantillon C à poids initial inf.
au poids moyen

Histogramme n° 6, enfants de l'échantillon C à poids initial sup.
au poids moyen

Ces quatre distributions ont pour moyennes :

Histogramme 3	Histogramme 4
moyenne : 1 032	moyenne : 1 052
Histogramme 5	Histogramme 6
moyenne : 1 228	moyenne : 1 426

Il ne semble donc pas y avoir eu de variations, liées à l'apport protéique, différentes selon le poids initial des enfants. En conclusion de cette deuxième expérience, nous ne pouvons donc apporter que des résultats négatifs. Dans l'état actuel de l'expérimentation, il semble que la distribution de biscuits riches en protéines n'influe pas de façon significative sur la variation pondérale d'enfants qui, à Dakar, reçoivent sans doute une ration alimentaire relativement équilibrée.

Dans notre expérimentation, deux causes d'erreur subsistent encore qui expliquent vraisemblablement l'augmentation de poids moyenne, légèrement plus forte de l'échantillon C.

1° Nos échantillons n'étaient pas strictement appariés au point de vue âge. L'échantillon N a pu souffrir dans notre comparaison d'une proportion un peu plus forte d'enfants de 9 et 10 ans dont l'accroissement pondéral est moindre qu'à 11 et 12 ans. (Cf. tableau XLVII).

2° Les poids initiaux moyens de l'échantillon N étaient à chaque âge légèrement supérieurs à ceux de l'échantillon C. La progression plus forte de ce dernier ne correspondait donc peut-être qu'à une simple fluctuation de la variation pondérale.

Nous nous proposons pour éliminer ces deux causes d'erreur, d'extraire de nos deux échantillons des couples d'enfants de même âge et de même poids et de comparer les accroissements moyens des échantillons réduits ainsi constitués.

C. — TROISIÈME EXPÉRIENCE (Villages de brousse janvier 1960 - juin 1960).

Cette étude a été entreprise sur 5 villages : 3 de cultivateurs et 2 de pêcheurs.

Dans ces derniers, les enfants reçoivent une alimentation riche en poisson.

Tous les enfants de ces 5 villages ont reçu des biscuits N. Nous avons établi la distribution des accroissements pondéraux en séparant les 2 villages de pêcheurs et les 3 villages de cultivateurs.

Les paramètres de ces deux distributions sont :

Pêcheurs : effectifs : 208 ; moyenne : 1 370 g ; dispersion : 1 108

Cultivateurs : effectif : 149 ; moyenne : 746 g ; dispersion : 636

soit une différence de 624 g significative à P. .0001.

Ainsi, alors que les enfants des villages de pêcheurs ont un accroissement pondéral au moins égal à celui des enfants de Dakar, les enfants des villages de cultivateurs voient pendant le même laps de temps leur poids augmenter de façon moitié moindre. Il est intéressant de noter parallèlement qu'au dire des instituteurs les enfants de ces villages de cultivateurs réclamaient avec insistance leurs biscuits, alors que chez les pêcheurs la distribution était acceptée sans plus. Dans ces conditions, on peut se demander si l'accroissement pondéral, faible par rapport au milieu urbain et côtier, de ces enfants de brousse, n'a pas déjà été amélioré par la distribution des biscuits N.

Pour s'en assurer, il conviendrait de faire porter une deuxième expérience sur 9 villages de brousse, d'implantation analogue, 3 écoles recevant des biscuits N, 3 des biscuits C et 3 servant de groupe témoin.

On peut cependant affirmer que ces distributions à l'école de biscuits riches en protéines n'ont pas été à elles seules capables de pallier la carence alimentaire dans ces zones de culture.

Les essais effectués dans le service de Pédiatrie et au Centre de P.M.I. montraient l'intérêt d'un supplément protidique.

Celui-ci n'apparaît pas dans cette dernière série de travaux, ce qui peut s'expliquer par l'âge des enfants : plus de 6 ans.

L'expérience clinique nous enseigne en effet que les états de mal-nutrition protidique sont beaucoup plus rares chez le grand enfant qu'aux alentours de 2 ans, par contre il est plus fréquent d'observer chez celui-là des états de sous-nutrition. Les modes d'alimentation sont en effet bien différents.

Il est donc vraisemblable que, le problème du sevrage étant celui d'un manque de protéines, le problème des 2^e et 3^e enfances soit celui d'une ration calorique insuffisante mais assez bien équilibrée, où la carence en protéines ne joue pas le plus grand rôle.

CHAPITRE III

EXPLOITATION DE CES RESULTATS

L'enrichissement en protéines de l'alimentation de base d'une population ne soulève pas que des problèmes de nutrition. Il nous paraît donc intéressant, pour terminer, de résumer les autres aspects de la question qui ont dû être étudiés parallèlement par de nombreux experts.

Dans ce bref aperçu, il sera fait de larges emprunts aux rapports de MM. Jean MOCQUARD [108] et Gustave ROEBBEN [125], experts de la F.A.O., ainsi qu'aux travaux du Docteur H. DUPIN, Directeur de l'O.R.A.N.A. [59].

A. — Conservation et stockage.

Les denrées utilisées doivent pouvoir être conservées et stockées durant un temps suffisamment prolongé dans les différentes conditions de température, d'humidité et de transport qui sont celles de l'Afrique, sans subir d'altération.

Ces altérations peuvent être de nature enzymatique, bactériologique ou parasitaire.

Les études poursuivies jusqu'à présent n'ont pas fait apparaître de contamination bactériologique particulière.

Le laboratoire de biochimie de l'O.R.A.N.A. a mis en évidence dans le mil une lipase qui risque d'altérer la saveur des mélanges mil-arachide : parmi les remèdes envisagés, un étuvage pourrait détruire cette lipase et réduire en même temps le taux d'humidité.

En ce qui concerne les infestations parasitaires, il y a lieu de distinguer :

- a) le développement de parasites à partir d'insectes adultes ou d'œufs présents dans les farines ;
- b) l'envahissement par les parasites venus de l'extérieur.

Le premier point est actuellement résolu grâce à des procédés modernes de meunerie, qui par centrifugation rapide à travers un tamis permettent de détruire les parasites et leurs œufs.

Le deuxième point est principalement un problème d'emballage, et des résultats très satisfaisants ont déjà été obtenus grâce à l'emploi d'un matériel traité par un insecticide à base de pyréthrinés synergisés au piperonyl butoxid (pybuthrin). Bien entendu, la question de l'emballage pose également des problèmes de résistance mécanique à la rupture et de prix de revient.

De nombreux essais ont déjà été faits :

Les résultats en sont satisfaisants, mais des améliorations importantes peuvent encore être escomptées.

B. — Possibilités d'utilisation des farines d'arachide et de poisson dans l'alimentation familiale ou l'alimentation des collectivités.

Une enquête effectuée par l'O.R.A.N.A. en 1960-1961 a fourni de précieuses indications sur l'accueil réservé à ces préparations par la population et sur certains points à résoudre :

- la farine de poisson isolée a été très appréciée, mais uniquement comme condiment, dans les sauces ; elle ne présente donc, sous cette forme, qu'un intérêt limité ;
- la farine d'arachide isolée n'a pas trouvé auprès de la ménagère africaine un très bon accueil, car elle a été difficile à utiliser sous cette forme ;
- les mélanges contenant du poisson (mil-arachide-poisson) se sont vus reprocher surtout leur odeur accentuée, mais également leur goût et leur couleur.

Il y aurait donc lieu, dans le secteur étudié, et pour la cuisine familiale, de n'utiliser que des farines désodorisées, mais un tel produit n'étant pas encore disponible au Sénégal, tout l'intérêt se reporte sur :

- le mélange mil 75 % - arachide 25 %, qui a été très apprécié par l'ensemble des consommateurs. Cependant il est apparu :

1° que la présentation du mélange sous forme de semoule fine a été préférée à la forme farine ; or, la F.A.O. a défini les qualités

à exiger d'une farine d'arachide destinée à l'alimentation humaine : l'une des qualités requises est d'être une farine très fine, « passant au tamis de 100 mesh ». Pareille farine d'arachide est difficilement associée à une semoule : le produit n'est pas homogène ;

- 2° ce mélange est surtout goûté pour la préparation du couscous, mais la ménagère rencontre des difficultés de brassage, qu'elle ne peut surmonter qu'au prix d'une pré-cuisson supplémentaire avant brassage. M. Jean MOCQUARD envisage la possibilité de fabriquer industriellement, grâce à la collaboration d'une société marocaine, « un couscous prêt à l'emploi » qui éviterait cet inconvénient ;
- 3° enfin certains consommateurs ont relevé un goût amer dû à la très forte teneur en son du mil. Tenant compte de ces observations, la mise au point de la mouture et du blutage industriel du mil ont permis de ramener le taux de cellulose de la farine de mil à 1 % environ.

D'autres formes d'utilisation de la farine d'arachide sont à l'étude :

Nous avons exposé dans ce travail les résultats obtenus avec des mélanges mil-arachide-poisson en diététique infantile. En attendant la production de farine de poisson par l'industrie locale, d'autres mélanges sont à l'étude, par exemple :

60 g du mélange	{ mil 75 %
	{ arachide 25 %
20 g de poudre de lait écrémé	
20 g de sucre.	

Dans ce domaine d'importantes questions font l'objet de l'attention des experts :

Technique de fabrication

Choix des emballages

Etude des prix

Etude des marchés intérieurs et extérieurs

Moyens de commercialisation.

Méritent également d'être retenues les idées de :

- biscuits destinés aux écoliers ;
- pâte de poisson à base de farine d'arachide ;
- lait d'arachide, boisson non alcoolisée qui pourrait aisément être adoptée en pays musulman ;
- hydrolysats d'arachide pour aromatiser sauces et potages.

C. — Commercialisation.

Les études de commercialisation ont surtout été consacrées à la farine d'arachide et au mélange mil 75 % - arachide 25 %.

a) *Marché intérieur du Sénégal.*

Un premier essai de commercialisation effectué en 1961 a été couronné de succès, puisque 40 tonnes de mélange confiées à des détaillants ont été vendues en quatre mois à la satisfaction des consommateurs. Il faut préciser que le produit a été introduit dans des circuits commerciaux normaux, sans publicité spéciale, à des prix voisins des produits traditionnels, et en concurrence loyale avec eux. La période choisie n'était pas une période de disette, la récolte de mil de la saison précédente ayant au contraire été particulièrement abondante.

Une commercialisation plus étendue est donc envisagée ; elle nécessitera une campagne de propagande qui sera confiée à un expert de la F.A.O., spécialiste de la promotion des aliments riches en protéines.

Mais la presque totalité de la récolte de mil étant consommée à la production, la supplémentation ne peut, pour le moment, porter que sur les céréales d'importation.

On envisage alors, pour l'avenir, l'équipement du pays en ateliers régionaux de mouture, ce qui présenterait au moins trois avantages :

- 1° rendement supérieur de la mouture industrielle qui, pour 1 kg de mil donne 750 g de farine, alors que la mouture familiale n'en donne que 600 g ;
- 2° possibilité de supplémentation par le tourteau d'arachide, jusqu'ici sans emploi au Sénégal, d'où économie d'une quantité égale de farine de céréale, et relèvement de la ration protéique de base ;

3° suppression pour la ménagère africaine de la fastidieuse opération du pilage.

Enfin la commercialisation au niveau du détail doit tenir compte de nombreuses considérations, entre autres celle de la présentation, dont les impératifs ne sont pas les mêmes en milieu rural qu'en milieu urbain, celle du prix, etc..

Devant le succès remporté par le mélange mil-arachide, les sociétés commerciales envisagent maintenant la commercialisation d'un aliment composé pour jeunes enfants, à base de farine de mil, farine d'arachide et lait écrémé en poudre, ceci en attendant que soit produite sur place une farine de poisson répondant aux besoins locaux.

b) *Marché extérieur.*

Enfin la capacité de production de farine d'arachide du Sénégal dépassant ses propres besoins, de larges débouchés lui sont offerts dans les pays voisins, pauvres en protéines.

C'est ainsi que le F.I.S.E. vient de consacrer 20 000 dollars à l'achat de produits riches en protéines, en vue de procéder à des distributions en Haute-Volta.

D'un autre côté, l'expert de la F.A.O. pour la Côte-d'Ivoire se montre lui aussi très intéressé par la farine d'arachide du Sénégal, et procède actuellement à des essais de distribution qui donnent jusqu'ici entière satisfaction.

CONCLUSIONS

La principale cause de la malnutrition protéique de l'enfant dans les pays tropicaux étant le manque de protéines alimentaires de qualité satisfaisante, nous avons cherché à mettre au point un aliment susceptible d'être rapidement mis à la disposition des Sénégalais, à des prix accessibles à tous les secteurs de la population.

La farine de tourteau d'arachide et les poudres de poisson convenablement préparées constituent un moyen très intéressant d'enrichir l'alimentation de base (céréales et tubercules).

L'étude des conditions d'apparition de la malnutrition protéique chez l'enfant sénégalais montre qu'il importe de compléter l'allaitement maternel dès l'âge de 6 mois. Ceci est possible, grâce à un aliment composé, constitué par un mélange de farine ou semoule de mil, farine de tourteau d'arachide et poudre de poisson.

Les études exposées dans ce travail nous ont permis de confirmer :

- l'absence de toxicité pour le nourrisson d'un tel aliment ;
- la bonne tolérance digestive de ces produits et la possibilité de les administrer avant l'âge de 6 mois, il semble cependant raisonnable de ne pas dépasser la dose de 4 à 5 g par kg de poids corporel et par jour de farine d'arachide. De plus, ces mélanges ne doivent constituer qu'une partie de l'alimentation ;
- leur valeur nutritive étudiée par l'observation d'enfants sains nourris exclusivement de ces aliments pendant plusieurs mois, par leur action curatrice dans des cas de malnutrition, et par la pratique de bilans azotés, est satisfaisante, et doit permettre de couvrir les besoins azotés du petit africain à l'âge critique.

Un tel mélange présenté sous forme de bouillies additionnées de sucre et de matières grasses doit permettre de procéder à un sevrage progressif, d'éviter ainsi ces états de pré-kwashiorkor si répandus chez les enfants de 12 à 18 mois, et de fournir à l'enfant sevré une ration protéique capable d'empêcher la survenue du kwashiorkor.

Les principales règles d'emploi de cet aliment peuvent se résumer ainsi :

- 1) comme toujours en diététique infantile, introduire progressivement et suffisamment tôt le nouvel aliment, tandis que l'enfant est au sein ;
- 2) augmenter progressivement la dose sans dépasser 10 g de mélange par kilo et par jour (ce qui représente déjà pour l'enfant 3 g de protéines par kg) ;
- 3) ne considérer ces farines que comme un aliment de complément :
 - du lait maternel dans une première phase de 6 mois au sevrage ;
 - d'une alimentation plus variée par la suite.

Ces aliments, certes, n'ont pas toutes les qualités du lait, et des améliorations peuvent leur être apportées, qui font l'objet d'autres travaux actuellement en cours.

Cependant, les résultats obtenus sont suffisamment encourageants pour qu'une campagne soit dès maintenant entreprise en vue de la disparition du kwashiorkor et des maladies voisines dont la principale cause est la carence en protéines.

Ces résultats commencent d'ailleurs à porter leurs fruits, puisque devant le succès obtenu dans la commercialisation d'un mélange destiné à la cuisine familiale l'industrie envisage de hâter la commercialisation d'un produit destiné à l'enfant, où, pour les raisons que nous avons données, la farine de poisson sera provisoirement remplacée par de la poudre de lait écrémé.

Pour qu'un tel produit soit largement adopté et correctement utilisé, il sera nécessaire d'engager simultanément :

- un gros effort technique et publicitaire visant à sa commercialisation ;
- une campagne très active d'éducation de la mère africaine.

Vu, *le Président de Thèse* :

Julien MARIE.

Vu, *le Doyen* :

L. BINET.

Vu et permis d'imprimer,

Le Recteur de l'Académie de Paris :

Jean ROCHE.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ADRIAN J. — Composition et valeur alimentaire des poissons conservés sous différents états : échantillons africains salés et séchés, farines industrielles et nuoc-man. *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation*, C.N.R.S., Paris, 1957, 11, n° 1, p. 27-44.
- [2] ADRIAN J. — Le tourteau d'arachide dans l'alimentation. Monographie, C.N.R.S. (Bellevue), 1954.
- [3] ADRIAN J., PÉRISSE J., JACQUOT (R.). — Intérêt et signification de la farine d'arachide comme aliment de protection du Noir africain. *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation*, C.N.R.S., Paris, 1956 ; 10 ; n° 1, p. 3-10.
- [4] ADRIAN J., RÉRAT A. — Méthodes d'évaluation de la valeur nutritive des protéines. *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation*, C.N.R.S., Paris, 1958 ; 12 ; n° 2, p. 1-94.
- [5] ADRIAN J., SAYERSE Ch. — Plantes alimentaires de l'Ouest Africain. Les mils et les sorghos. Valeur alimentaire. Usages. Composition des mils et sorghos du Sénégal. *O.R.A.N.A.*, Dakar, 1955.
- [6] ALLISON J. B. — Biological evaluation of proteins. *Physiol. Rev.*, 1955 ; 35 ; p. 664-700.
- [7] ALLISON J. B. and associates. — Notes on the fish meal and fish flour. *Nutrition division F.A.O.*, United Nations, March 1957.
- [8] ALLISON J. B. and associates. — The determination of the nutrition value and safety of fish flour. *W.H.O./F.A.O./U.N.I.C.E.F.* United Nations, October 1957.
- [9] ALLISON J. B., FITZPATRICK W. H. — Dietary proteins in health and disease. Charles C. Thomas édit., Springfield, Illinois (U.S.A.).
- [10] A.O.F. 1957. — Tableaux économiques. Haut-Commissariat de la République Française en A.O.F.
- [11] AUBERTIN E., DANGOUMOU A., CASTAGNAN R. — La farine de tourteau d'arachide déshuilée. Dans quelle mesure peut-elle être employée dans l'alimentation animale et humaine ? *Oléagineux*, 1954 ; 9 ; p. 507-516.
- [12] AUBERTIN E., RIVIÈRE J., LOISEAU P., DEBOT P., MALINEAU R. — Recherches expérimentales sur le comportement du foie chez des chiens soumis à des régimes hyperprotidiques à base de tourteaux d'arachide, de soja ou de tournesol. *Revue internationale d'hépatologie*, 1952 ; p. 425-464.
- [13] AUTRET M. — Protein rich foods. Communication à la troisième conférence inter-africaine de Nutrition. C.C.T.A. Luanda (Angola), septembre 1956.

- [14] AUTRET M. — La supplémentation. Quelques problèmes économiques, sociaux et techniques posés par la prévention de la malnutrition protéique. *Cours de Pédiatrie Sociale*, Dakar, 1956-1958.
- [15] AUTRET M. — Prévention du Kwashiorkor. Quelques aliments nouveaux riches en protéines. Deuxième cours de Nutrition pour l'Afrique. F.A.O., 1957, « Nutrition et Alimentation tropicales ».
- [16] AUTRET M., JACQUOT R. — Valeur protéique de l'Alimentation dans les pays tropicaux et subtropicaux. Cinquième congrès international de Nutrition, Washington (1-7 sept. 1960).
- [17] AUTRET M., BÉHAR M. — Le syndrome de polycarence de l'enfance en Amérique Centrale (Kwashiorkor). *Etudes de nutrition de la F.A.O.*, n° 13, Rome, 1955.
- [18] BÉHAR M., VITERI F., BRESSANI R., ARROYAVE G., SQUIBB R. L., SCRIMSHAW N. S. — Principles of treatment and prevention of severe protein malnutrition in children (kwashiorkor). *Annals of the New York Acad. of Sc.*, 1958 ; 69 ; 5 ; p. 954-968.
- [19] BENDER A. E. and HAIZELDEN, SHEILA. — Biological value of the proteins of a variety of fish meal. *British Journal of Nutrition*, 1957 ; 11 ; n° 42.
- [20] BLOCK J. R., ANDERSON D. W., HOWARD H. W., BANER C. D. — Effect of supplementing soybean proteins with lysine and other amino-acid. *Amer. J. Dis. Child.*, New York, 1956 ; 92 ; n° 2 ; p. 126-130.
- [21] BLOCK J. R., BOLLING D. — Amino-acid composition of foods and proteins. Thomas, édit., Springfield, Illinois, 2nd, 1951.
- [22] BLOCK J. R., MITCHELL H. H. — The correlation of the amino-acid composition of proteins with their nutritive value. *Nutr. Abst. rev.*, 1946 ; 47 ; n° 16 ; p. 249.
- [23] BROCK J. F. — Progress in Kwashiorkor. 3^e Congrès International de Nutrition, Amsterdam ; Voeding, 1954 ; 16 ; p. 99-114.
- [24] BROCK J. F., AUTRET M. — Le Kwashiorkor en Afrique. *Etudes de Nutrition de la F.A.O.*, n° 8, Genève, 1952.
- [25] BROCK J. F., HANSEN J. D. L., HOWE E. E., PRETORIUS P. J., DAVEL J. G. A., HENDRICKSE R. G. — Kwashiorkor and protein malnutrition. A dietary therapeutic trial. *The Lancet*, 1955 ; August 20th ; n° 6886 ; p. 355-360.
- [26] CAUSERET J. — Eléments minéraux des poissons. Congrès international d'études sur le rôle du poisson dans l'alimentation, Paris, octobre 1950.
- [27] CHEUNG M. W., FOWLER D. I., NORTON P. M., SNYDERMAN S. E., HOLT Jr L. E. — Observations on amino-acid metabolism in the pluricarenical syndrome. A preliminary report. *Bol. Med. Hosp. Infant.* (Mex.), 1956 ; 13 ; n° 1-2 ; p. 217-226.
- [28] CLARK M. — Kwashiorkor. *East Afric. Med. J.*, 1951 ; 28 ; n° 6 ; p. 229-236.
- [29] CLOSE J. A. — Contribution à l'étude du rôle des acides aminés dans l'étiologie du kwashiorkor. Communication au 3^e congrès international de Biochimie (section 13, n° 25). Bruxelles, 1-6 août 1955.

- [30] CLOSE J. A., VAN DE WALLE A. — Composition en matières protéiques du lait de femmes du Kiwu (Congo belge). 3^e conférence interafricaine sur la nutrition. C.C.T.A. Luanda (Angola), 1956.
- [31] Comité mixte F.O.A.-O.M.S. d'Experts de l'Alimentation et de la Nutrition. Rapport sur la 3^e session, Fajara (Gambie), 28 nov.-3 déc. 1952. Rapport sur la 4^e session, Genève (Suisse), 26 oct.-2 nov. 1954. Rapport sur la 5^e session, Rome (Italie), 22-29 oct. 1957. Réunions de la F.A.O. sur la nutrition. Rapports n° 7 (1953), 9 (1955) et 19 (1958).
- [32] Conference on protein Nutrition, New York, March 1-2 1957. *Annals of the New York Academy of Science*, 1958 ; 69.
- [33] Conference on Protein Malnutrition, Jamaica, 1953. F.A.O.-W.H.O. and Josiah Macy jr Foundation.
— Waterlow J. C. , edit (1955), University Press Cambridge.
— F.A.O. Nutrition Meetings Report Series, n° 10.
- [34] Conference on Human Requirements and their fulfilment in Practice. Princeton N. J. (U.S.A.), June 19-24, 1955. F.A.O.-W.H.O. and Josiah Macy jr Foundation.
— Waterlow J. C. and Stephen J. M.L., ed., 1957.
— F.A.O. Nutrition Meetings Report Series, n° 12.
- [35] 1^{re} Conférence Interafricaine sur la Nutrition et l'Alimentation, Dshang (Cameroun), 3 au 9 octobre 1949. C.C.T.A. La Documentation française, édit., Paris, 1950.
- [36] 2^e Conférence Interafricaine sur la Nutrition et l'Alimentation, Fajara (Gambia), 19th-27 th Novembre 1952. C.C.T.A. Malnutrition in African mothers, infants and young children. Her Majesty's Stationery Office, 1954.
- [37] 3^e Conférence Interafricaine sur la Nutrition et l'Alimentation, Luanda (Angola), septembre 1956. Atica Lda, Lisbonne, édit.
- [38] Congrès International d'Etudes sur le rôle du poisson dans l'Alimentation, Paris, octobre 1950.
- [39] CREACH P. V. — Les protides des farines de poisson et leur utilisation dans l'alimentation animale. Congrès international d'études sur le rôle du poisson dans l'alimentation, Paris, octobre 1950.
- [40] DAVIES J. N. P. — The essential pathology of kwashiorkor. *The Lancet*, 1948 ; 1 ; p. 317-320.
- [41] DAVIN R. — Contribution à l'étude électrophorétique du sérum sanguin chez l'enfant africain normal et dans les états de malnutrition (kwashiorkor). *Thèse Méd.*, Bordeaux, 1955. Union Française d'impression, Bordeaux.
- [42] DEAN R. F. A. — Plants proteins in child feeding. Medical Research Council Spec. Rep. S., n° 279. 1953, London Her Majesty's Stationery Office.
- [43] DEAN R. F. A. — The treatment of kwashiorkor with milk and vegetable proteins. *British Med. Journ.*, 1952, October 11th, n° 4788, u. 791-796.
- [44] DEAN R. F. A. — Advances in treatment of kwashiorkor. *Bull. W.H.O.*, 1953 ; 9 ; n° 6 ; p. 767-783.

- [45] DEAN R. F. A. — Treatment and prevention of kwashiorkor. *Bull. W.H.O.*, 1953 ; 9 ; n° 6 ; p. 767-783.
- [46] DEAN R. F. A., SCHWARTZ R. — Les effets des carences protéiques chez les jeunes enfants. *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation*, C.N. R.S., Paris, 1956 ; 10 ; 2 ; p. 59-111.
- [47] DE CASTRO J. — Géopolitique de la faim. Les Editions ouvrières. Economie et Humanisme, édit., 1952, Paris.
- [48] DELON J. — La maladie œdémateuse du sevrage. *Maroc Médical*, 1951, n° 313 ; p. 578-583.
- [49] DEMAAYER E. — Augmentation de la production de certains aliments riches en protéines. Séminaire O.A.A.-O.M.S. sur les problèmes d'alimentation et de nutrition en Afrique au Sud du Sahara. (Avec la collaboration de la C.C.T.A.). Irsac Lwiro, Bukavu (Congo belge), 18 au 29 mai 1959. Document de travail A.F.R./59/N.U.T./17.
- [50] DEMAAYER E. M. — Traitement diététique du kwashiorkor. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 1954 ; 34 ; n° 2 ; p. 139-154.
- [51] DEMAAYER E. M. — Valeur comparée du lait écrémé et du soja comme sources alimentaires de protéines. Communication au 4^e Congrès international de nutrition, Paris, 1957.
- [52] DEMAAYER E. M., VAN DER BORGHT H. — Le traitement du kwashiorkor et ses résultats. Communication à la 3^e Conférence interafricaine de nutrition, Luanda (Angola), C.C.T.A., 1956.
- [53] DEMAAYER E. M., VAN DER BORGHT H. — A study of the nutritive value of proteins from different sources in the feeding of African children. *The J. of Nutrition*, 1958 ; 65 ; n° 3 ; p. 335-352.
- [54] DENTON A. E., ELVEHJEM C. A. — Enzymatic liberation of amino acids from different proteins. *The J. of Nutrition*, 1953 ; 49 ; p. 221-229.
- [55] DENTON A. E., ELVEHJEM C. A. — Availability of amino acids in vivo. *J. Biol. Chem.* 1954 ; 206 ; p. 449-460.
- [56] DE SOUZA C. S. — Les troubles du métabolisme des Hydrates de carbone chez les hypotrophiés. *Le nourrisson*, 1951 ; n° 5.
- [57] DUPIN H. — Etude des carences protéiques observées chez l'enfant en pays tropical (kwashiorkor). *Thèse de Doctorat d'Université* présentée à la Faculté des Sciences de Paris, 1958. (Librairie Arnette, Paris).
- [58] DUPIN H. — Evolution de l'alimentation de la mère et de l'enfant. Colloque sur le bien-être de l'enfant en Afrique au Sud du Sahara. Lagos, 25-31 mars 1959. C.I.E. Réunions et Conférences, VI, p. 153-154.
- [59] DUPIN H. — Etude des conditions d'utilisation de la farine d'arachide dans l'alimentation familiale ou l'alimentation des collectivités au Sénégal. O.R.A.N.A., Dakar, avril 1961.
- [60] DUPIN H., THIANAR N'DOYE. — Les disponibilités alimentaires en protéines au Sénégal. Deuxièmes Journées Médicales de Dakar, déc. 1960.
- [61] F.A.O. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Rapports annuels.
- [62] F.A.O. Food Compositions tables (minerals and vitamins). *F.A.O. Nutritional studies*, n° 11, 1954.

- [63] F.A.O. Protein requirements (Report of the F.A.O. committee, Roma (Italy, 24-31 octobre 1955). *F.A.O. Nutritional studies*, n° 16 ; 1958.
- [64] FERRANDO R., JACQUES E., MABBOUX M., PRIEUR G. — Influence du tourteau d'arachide délipidé par extraction sur la fécondité de la femelle du rat. *C. R. Ac. Sc.*, 1955 ; 241 ; p. 253-254.
- [65] FERRANDO R., JACQUOT R., MERAT P. — Réalisations nouvelles et perspectives d'avenir sur les tourteaux oléagineux. *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation*, C.N.R.S., 1954 ; 8 ; n° 5, p. 547.
- [66] FERREIRA C., XABREGAS J. — Valeur vitaminique et protéique de la farine d'arachide Son utilisation dans le traitement des glossites en Angola. *Oléagineux*, 1955 ; 10 ; p. 671-677.
- [67] FLODIN N. W. — The philosophy of amino acid fortification of foods. *Cereal Science Today*, American Association of cereal chemists, november 1956, vol. 1, n° 5.
- [68] DA FONSECA QUELHAS J. I. — La farine de tourteau d'arachide en alimentation humaine. Conférence interafricaine sur la nutrition Luanda (Angola), C.C.T.A. 1956.
- [69] FRONTALI M. M. — Les régimes dans les maladies de la nutrition. *Gazette Médicale de France* 1961 ; 68 ; n° 1, p. 53-60.
- [70] GOMEZ F., GALVAN R. R., CRAVIOTO J., FRENK S. — Malnutrition in infancy and childhood with special reference to kwashiorkor. *Advances in Pediatrics* (The Year Book Publish., Chicago), 1955, vol. 7 ; p. 131-169.
- [71] GOMEZ F., GALVAN R. R., GRAVIOTO J., FRENK S. — Studies on the Undernourished child. XIII. Treatment of third Degree Malnutrition Without Commercial Vitamins. *A.M.A., Am. J. of Dis. of Child.*, June 1954, vol. 87 ; p. 684-693.
- [72] GOMEZ F., GALVAN R. R., FRENK S., GRAVIOTO J., CHAVEZ R., VASQUEZ J. — Studies on the Undernourished child. XIV. Mortality in second and third degree malnutrition. *J. Trop. Ped.*, 1956 ; 2 ; n° 2 ; p. 77-83.
- [73] GRANGAND R. — Principes vitaminiques du poisson. Congrès international d'étude sur le rôle du poisson dans l'alimentation. Paris, octobre 1950.
- [74] HANSEN J. L. D., HOWE E. E., BROCK J. F. — Amino acids and Kwashiorkor. *The Lancet*, 1956 ; novembre 3rd ; n° 6949 ; p. 911-913.
- [75] HANSEN J. D. L., JENKINSON V. — Electrolyte and nitrogen metabolism in kwashiorkor. *South Afr. Journ. of Labor. and Clin. Med.*, 1956 ; 2 ; n° 3 ; p. 206-231.
- [76] HARPERS A. E., KATAYAMA M. C. — The influence of various carbohydrates on the utilization of low proteins rations by the white rat. *J. Nutrition*, 1953 ; 46 ; p. 261.
- [77] HOLEMANS K., LAMBRECHTS A., MARTIN H. — Nitrogen metabolism and fat absorption in malnutrition and kwashiorkor. *J. Nutrition*, 1955 ; 56 ; p. 477.
- [78] HOLEMANS K., LAMBRECHTS A., MARTIN H. — Résultats d'une campagne d'alimentation supplémentaire par les protéines végétales (arachides). *Académie Royale des Sc. Coloniales (Belge) - Mémoires*, 1956, tome IV, fasc. 6.

- [79] HOLEMANS K., LAMBRECHTS A., MARTIN H. — Etude qualitative et quantitative du lait des femmes indigènes du Kwango (Congo belge). *Revue Médicale de Liège*, 1954 ; 9 ; n° 23, p. 715-719.
- [80] HOLT Jr L. E. — Les besoins protéiques de l'homme. Quelques considérations relatives à leur couverture. *L'alimentation et la vie*, 1958 ; 46 ; n° 10-11-12 ; p. 229-246.
- [81] HOLT Jr L. E., SNYDERMAN S. E. — The amino acid requirements of children. 8^e Congrès international de Pédiatrie, Copenhague, 1956.
- [82] HOUSIAUX J. P. — Syndromes malnutritionnels chez l'enfant africain : études cliniques, biologiques et anatomo-pathologiques. *Thèse Méd.*, Bordeaux, 1953. (Imp. Sammarielli).
- [83] JACQUOT R., ADRIAN J. RERAT A. et PÉRISSE J. — Etude expérimentale des effets supplétifs de la farine d'arachide. Communication à la 3^e Conférence interafricaine sur la Nutrition, Luanda (Angola), 1956.
- [84] JACQUOT R., CREACH P. V. — Les protéides du poisson et leur valeur alimentaire. Congrès international d'étude sur le rôle du poisson dans l'alimentation, Paris, octobre 1950.
- [85] JACQUOT R., FERRANDO R. — Les tourteaux. Vigot Frères, éd., Paris, 1957.
- [86] JACQUOT R., MERAT P. — Les tourteaux alimentaires. Monographie I.T.E.R.G., Paris, 1949.
- [87] JACQUOT R., VIGNERON M. — Le besoin azoté (Amino-acides, peptides, protéines ; cahiers n° 2). Société de chimie organique et biologique. Alimentation Equilibrée, Commeny (Allier), 1958.
- [88] JANZ J. G. — As carencias proteicas no africano e as possibilidades de sue provenção. *Anais do Instituto de Medicina Tropical*, 1954 ; XI, Suplemento n° 4.
- [89] JANZ A. J. DE MAEYER E. M., CLOSE J. — Nutrition et lactation chez la femme. 4^e Congrès international de nutrition, Paris, 1957. Rapports A 33, A 81.
- [90] JELLIFFE D. B. — *Pediatrics*, 1952 ; 9 ; p. 544.
- [91] JELLIFFE D. B. — Protein calorie malnutrition in tropical preschool children. *The Journal of Pediatrics* (Saint-Louis), 1959 ; 54 ; n° 2 ; p. 227-256.
- [92] JELLIFFE D. B. — L'alimentation du nourrisson dans les régions tropicales et subtropicales. *O.M.S., Bulletin*, 1957.
- [93] JELLIFFE D. B., BRAS STUART. — Kwashiorkor and marasmus in Jamaican infants. *West Indian Med. Journal*, 1954 ; 3 ; 43.
- [94] JETT C., ARTHUR J. R. — Peanut protein isolation, composition, and properties. *Avances in protein chemistry*, 1953 ; VIII ; p. 393-414.
- [95] JUILLET A., SUSPLUGAS J., COURP J. — Les oléagineux et leurs tourteaux. Encyclopédie biologique. Editions Paul Le Chevalier, Paris, 1955.
- [96] JUNE H., OLDEN. — Fish flour for human consumption. *Commercial fisheries review*, vol. 22 ; n° 1 ; p. 12.
- [97] KEYS A., BROZEK J., HENSCHALL A., MICKELSEN O. — The biology of human starvation. The University of Minnesota Press (Minneapolis, 1950, 2 vol.).

- [98] KINNEAR A. A., PRETORIUS J. P. — Liver function in fatal kwashiorkor. *South Afr. Med. J.*, 1957 ; 31 ; n° 8 ; p. 174-175.
- [99] LAMBRECHTS A. — Kwashiorkor et cirrhose. Rapport au XXXII^e congrès français de Médecine, Lausanne, 1959. « Cirrhose alcoolique et nutritionnelle ». Masson, édit.
- [100] LAMY M., LAMOTTE M., LAMOTTE-BARILLON S. — La dénutrition : clinique, biologie, thérapeutique. Doin, édit., Paris, 1949.
- [101] MACDONALD I. — Comparison of changes in serum proteins during early treatment in kwashiorkor and marasmus. *Archives of Disease in Childhood*, 1960 ; 35 ; n° 183 ; p. 448-454.
- [102] MACHEBEUF M., TAYEAU F. — Valeur alimentaire de la farine d'arachide déshuillée. *Bull. Acad. Méd.*, 1942 ; 126 ; 255.
- [103] MACHEBEUF M., TAYEAU F. — Les protéines de la graine d'arachide. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1942 ; 24 ; p. 260, 268, 273, 277, 281.
- [104] MACHEBEUF M., TAYEAU F. — Etude biochimique du tourteau d'arachide. *Corps gras. Savons*, 1943 ; 1 ; n° 5 ; p. 132-136 ; 1944, 2 ; n° 2 ; p. 43-47.
- [105] MASSEYEFF R. — Enquêtes sur l'acceptabilité de farines de tourteaux d'arachide et de farines de poisson. 3^e Conférence interafricaine sur la Nutrition. C.C.T.A., Luanda (Angola), 1956.
- [106] MASSEYEFF R., CAMBON A., BERGERET B. — Les Camerounais devant un aliment nouveau : résultats d'une enquête sur l'acceptabilité de poudre et de pâte d'autolysat de poisson. O.R.S.T.O.M. Institut de recherches du Cameroun, Yaoundé, mai 1954.
- [107] MITCHELL H. H., BLOCK J. R. — Some relationships between the amino acid contents of proteins and their nutritive value. *J. Biol. Chem.* 1946 ; 163 ; 599.
- [108] MOCQUARD J. — Compte rendu d'expertise F.A.O., juin 1961 (communication personnelle).
- [109] MURPHY, DUNN. — Nutritional value of peanut protein. *Food Res.*, 1950 ; 15 ; 498.
- [110] PALES L. — L'alimentation en A.O.F. O.R.A.N.A., Dakar, 1954.
- [111] PAYET M. — Considérations étiologiques et histologiques sur les principales formes de cirrhoses non alcooliques observées en Afrique Noire. *Bull. Mém. Soc. Méd. Hôp. Paris*, 1951 ; n° 20-21 ; p. 602-608.
- [112] PAYET M., CAMAIN R., PÈNE P. — Le cancer primitif du foie ; étude critique à propos de 240 cas. *Rev. intern. Hépatologie*, 1956 ; 6 ; n° 1 ; p. 1-86.
- [113] PIERCHON E. — Contribution à l'étude du kwashiorkor dans la presqu'île du Cap Vert. *Thèse Méd.*, Bordeaux, 1952, Deniaud, imp.
- [114] PILLE G. — Le contrôle du traitement du kwashiorkor au laboratoire de biochimie clinique (importance des facteurs électrolytiques). *Thèse pharmacie*, Marseille 1957. O.R.A.N.A. Dakar, 1957.
- [115] PILLE G. — Essai d'une politique alimentaire en A.O.F. O.R.A.N.A., Dakar (communication personnelle).

- [116] PLATT B. S. — Protein malnutrition and infection. Communication à la 3^e conférence interafricaine sur la nutrition. C.C.T.A., Luanda (Angola), 1956. *The Am. J. of Trop. Med. and Hyg.* (Baltimore), 1957 ; 6 ; n° 5 ; p. 773-779.
- [117] PLATT B. S. — Infant feeding practices, breast feeding and prevention of infant malnutrition. *Proc. Nut. Soc.*, 1954 ; 13 ; 94.
- [118] PRETORIUS P. J., HANSEN J. D. L., DAVEL J. G. A., BROCK J. F. — Skimmed milk and kwashiorkor. *South Afr. Med. J.* 1956 ; 30 ; n° 19 ; p. 447-450.
- [119] RAND N. T. and associates. — Biological evaluation of fish products for protein quality. Presentat at the 47th Annual Meeting of the Poultry Science Assu, Ithaca, N. Y., August 6.
- [120] RANDOIN L., BOISSELOT J. — Déséquilibre alimentaire provoqué par l'addition de fortes proportions de farine de tourteau d'arachide déshuilée à un régime complet et bien équilibré. *Bull. Sod. Chim. Biol.*, 1942 ; 24 ; 168.
- [121] RAOULT A. — Répartition géographique et incidence du kwashiorkor en A.O.F. Communication à la 3^e conférence interafricaine sur la nutrition. C.C.T.A., Lunda (Angola), 1956.
- [122] RAOULT A., CAMAIN R., N'DOYE THIANAR, DIOUF J. — 180 ponctions-biopsies systématiques chez l'enfant de 2 à 12 ans dans un village sénégalais. Analyse et confrontations cliniques. Communication au 4^e congrès international de nutrition, Paris, 1957.
- [123] RAQUET J. — Contribution à l'étude du problème de l'allaitement maternel en Afrique. *Thèse Médecine*, Marseille, 1956.
- [124] RICHIR Cl., QUENUM C., MASSEYEFF R., SÉNÉCAL J. — Essai d'analyse statistique des lésions pancréatiques des sujets malnutris (kwashiorkor). Congrès des anatomo-pathologistes de Langue française, Paris, 11-13 mai 1959. *Bull. Mém. Ec. Nat. Méd. Pharm. Dakar*, 1959 ; 7 ; p. 258-259.
- [125] ROEBBEN G. — Perspectives d'avenir concernant l'introduction d'aliments composés à base de farine d'arachide dans l'alimentation familiale et communautaire au Sénégal, au Mali, en Haute-Volta et en Côte-d'Ivoire. Compte rendu d'expertise F.A.O. 2367, décembre 1960. (Communication personnelle).
- [126] SARROUY C., CLAUSSE J. — Les formes nord-africaines de la malnutrition protéique. *Gazette des Hôpitaux*, 1955 ; 127 ; n° 30 ; p. 927-932.
- [128] SARROUY C., CLAUSSE J. — La dystrophie nutritionnelle œdémateuse. *Algérie Médicale*, 1953 ; 57 ; n° 6 ; p. 533-550.
- [129] SARROUY C., GARCIA I., CABANNES R. et CLAUSSE J. — Etude des acides aminés du sang et des urines au cours des syndromes de dénutrition du nourrisson. *Presse Méd.*, 1957 ; 65 ; n° 62 ; p. 1221-1224.
- [130] SARTHOU S. — Etude historique et critique, recherches expérimentales sur les protéines de l'arachide. *Thèse Pharmacie*, Bordeaux, 1941.
- [131] SCHWARTZ R. — Biochemical changes characteristic of protein malnutrition. Communication au 4^e congrès international de nutrition, Paris, 1957 ; vol. communic. ; p. 163.

- [132] SCRIMSHAW N. S., BEHAR M., ARROYAVE G., VITERI F., TEJADA C. — Characteristics of kwashiorkor. *Feder. Proceed.*, 1956 ; 15 ; n° 3 ; p. 977-985.
- [133] SCRIMSHAW N. S., BEHAR M., PEREZ C., VITERI F. — Nutritional problems of children in Central America and Panama. *Pediatrics*, 16 ; n° 3 ; p. 378.
- [134] SCRIMSHAW N. S., BRESSANI R. — Vegetable protein mixtures for human consumption. Communication au 5^e congrès international de nutrition, Washington, 1-7 septembre 1960. I.N.C.A.P., publication I, 160.
- [135] SÉNÉCAL J. — Conférence sur les besoins protéiques et les moyens d'y satisfaire. *Courrier du C.I.E.*, 1955 ; 5 ; n° 8 ; p. 499.
- [136] SÉNÉCAL J. — Etude sur le lait de femme africaine. 4^e congrès international de nutrition, Paris, 26-juillet-1^{er} août 1957 (discussion du rapport sur le lait). *Bull. Mém. Ec. Nat. Méd. Pharm. Dakar* 1957 ; 5 ; p. 154.
- [137] SÉNÉCAL J. — Alimentation de l'enfant dans les pays tropicaux et sub-tropicaux. *Courrier du C.I.E.* 1959 (janvier) ; 9 ; n° 1 ; p. 1-22.
- [138] SÉNÉCAL J. — Etiopathogénie du kwashiorkor. *Journées médicales de Dakar* 8-12 janvier 1958.
- [139] SÉNÉCAL J. — Croissance et développement psycho-moteur de l'enfant africain. Colloque sur le bien-être de l'enfant au Sud du Sahara. Lagos, 25-31 mars 1959. *C.I.E., réunions et conférences*, VI, p. 167-170.
- [140] SÉNÉCAL J. — Alimentation de l'enfant dans les pays tropicaux et sub-tropicaux. « *Excerpta Medica* », VII, Ped., vol. 14, n° 6 (juin 1960).
- [141] SÉNÉCAL J. — Les problèmes de nutrition en Afrique. *Chronique de la Communauté*, numéro spécial juin 1960, p. 30-31.
- [142] SÉNÉCAL J. — The investigations and special problems in the under-developed countries. *Modern Problems in Paediatrics Child Development*, 7-87-110 (Kargel, Basel, N. York, 1960)
- [143] SÉNÉCAL J. — Traitement et prévention du kwashiorkor. *Bull. et Mém. Ecole Nat. Méd. Pharm. Dakar*, 1957 ; 5 ; p. 121-147.
The treatment and prevention of kwashiorkor in French West Africa. *Annals of the New York Acad. Sc.*, 1958 ; 69 ; 5 ; p. 916-953.
- [144] SÉNÉCAL J. — Le Kwashiorkor. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale* « Foie », 1957 ; 7037 M 10.
- [145] SÉNÉCAL J., AUBRY L. — Etude des malnutritions frustes chez l'enfant africain de Dakar, signes cliniques, biologiques, anatomopathologiques. Essais d'alimentation complémentaire. Communication à la 3^e conférence interafricaine su la nutrition. C.C.T.A., Luanda (Angola), 1956. *Bull. Méd. de l'A.O.F.*, 1958 (1^{er} trimestre) ; 3 ; n° 1.
- [146] SÉNÉCAL J., AUBRY L., DUPIN H. — Maladies nutritionnelles de l'enfant africain. Colloque sur la recherche scientifique et technique en relation avec le développement économique et social des pays africains. Dakar-Abidjan, 14-20 décembre 1959.

- [147] SÉNÉCAL J., AUBRY L., DUPIN H. — Recherche sur l'alimentation de l'enfant africain durant les premières années de la vie et la prévention des troubles nutritionnels. Colloque sur la recherche scientifique et technique durant les premières années de la vie et la prévention des troubles nutritionnels. Dakar, Abidjan, 14-20 décembre 1959.
- [148] SÉNÉCAL J., AUBRY L., DUPIN H. — Utilisation de la farine de tourteau d'arachide mélangée au lait dans l'alimentation de l'enfant. Conférence Protein Advisory Group, Washington, 28-30 août 1960.
- [149] SÉNÉCAL J., AUBRY L., DUPIN H. — Rapport sur les essais d'acceptabilité et d'efficacité de la farine de tourteau d'arachide pure ou associée à d'autres produits. Note sur l'emploi de différents produits de supplémentation dans l'alimentation infantile à Dakar. 3^e conférence interafricaine sur la nutrition C.C.T.A., Luanda (Angola), 1956. Arica Lda, Lisbonne, édit., p. 24.
- [150] SÉNÉCAL J., AUBRY L., DUPIN H., BOUCHER P., PANIS J., LOUVAIN M., MOREIGNE J.P. — Essais d'utilisation de la farine de tourteau d'arachide dans l'alimentation du nourrisson. 5^e congrès international de nutrition, Washington, 1-7 septembre 1960.
- [151] SÉNÉCAL J., AUBRY L., DUPIN H., DAVIN, DARRASSE F. — Renseignements tirés de l'électrophorèse du sérum sanguin chez l'enfant africain normal et atteint de kwashiorkor. *Bull. et Mém. Ecole Méd.* 1955, Dakar.
- [152] SÉNÉCAL J., AUBRY L., DUPIN H., MOREIGNE J.P. — Note sur l'emploi des biscuits riches en protéines dans les écoles. *Bull. Soc. Méd. Afrique Noire de langue Française*, 1960 ; 5 ; n° 3 ; p. 280-288.
- [153] SÉNÉCAL J., DUPIN H., LABOUCHE C., MAINGUY P., CREMOUX A. — Utilisation des farines de poisson dans l'alimentation de l'enfant. *Bull. Mém. Ec. Méd. Dakar*, 1953-1954 ; p. 108-117, vol. II.
- [154] SÉNÉCAL J., DUPIN H. — Etudes des poids et tailles des enfants atteints de kwashiorkor. Société Médicale de l'A.O.F., séance du 2 juin 1955. *Bull. Soc. Méd. A.O.F.* 1955.
- [155] SÉNÉCAL J., DUPIN H. — Kwashiorkor. Encyclopédie médico-chirurgicale « Nutrition », 1958, 10545, C. 10.
- [156] SÉNÉCAL J., DUPIN H. — Le foie et le pancréas dans le kwashiorkor. *Revue internationale d'Hépatologie*, 1956 ; 6 ; n° 2 ; p. 181-244.
- [157] SÉNÉCAL (J.), CANTRELLE P., MASSE G. — Activités du Centre de Dakar, 1955-1956. Réunion sur la croissance de l'enfant, Londres, 9-10 juillet 1956.
- [158] SÉNÉCAL J., CÉSAIRE C., M^{me} RAQUET, DUPIN H. — Etude chromatographique du sérum et des urines dans le kwashiorkor (note préliminaire). *Bull. Soc. Méd. A.O.F.*, 1957 ; 2 ; n° 3 ; p. 342.
- [159] SÉNÉCAL J., FAGET C. — Protection Maternelle et Infantile et Nutrition. Réalisations pratiques. 3^e conférence interafricaine sur la nutrition. C.C.T.A., Luanda (Angola), 1956.
- [160] SÉNÉCAL J., FICATIER A., DUPIN H., FABRE R., MASSE G. — Poids et tailles des écoliers de Dakar. *Bull. Mém. Ec. Méd. Dakar*, 1955.

- [161] SÉNÉCAL J., LARIVIÈRE M., DUPIN H., FALADE S., HOCQUET P., COLY F. — Résultats d'une enquête sur l'état de santé des enfants dans l'arrondissement de Khombole ; état général et nutritionnel. *Bull. Soc. Méd. Afrique Noire de Langue Française*, 1961.
- [162] SÉNÉCAL J., MASSE G., MOREIGNE F. — Les enquêtes dans les pays en voie de développement. Réunion sur la Croissance et le Développement de l'enfant normal. C.I.E., Paris, 1961. Travaux et documents, XIII.
- [163] SÉNÉCAL J., PILLE G., DUPIN H., SAYERSE Ch., OSPITAL T. — Etude des bilans azotés dans le kwashiorkor. *Bull. Soc. Méd. A.O.F.* 1956 n° 1. p. 175-177 ; *Bull. Mém. Ec. Prép. Méd. Dakar*, 1955 ; 3 ; p. 85-90.
- [164] SÉNÉCAL J., PILLE G., SAYERSE Ch., OSPITAL T. — Examen du lait de femme africaine. Mise au point de la technique. *Bull. Mém. Ec. Prép. Méd. Dakar*, 1955.
- [165] SÉNÉCAL J., PILLE G., VUYLSTÈKE J., DUPIN H., AUBRY L. — Résultats donnés par l'amylasémie dans les états de malnutrition. *Bull. Soc. Méd. A.O.F.* 1957 ; 2 ; n° 1.
- [166] SÉNÉCAL J., RAOULT A., PILLE G., DUPIN H., SAYERSE Ch. — Traitement des malnutritions protidiques chez l'Africain. Le problème de l'alimentation complémentaire. Journées Médicales de France et de l'Union Française, Strasbourg, juin 1955 ; « *La Clinique* », édit., Colombes.
- [167] SÉNÉCAL J., RAQUET J., DARRASSE F. — A propos de l'électrophorèse du lait de femme africaine. *Bull. Soc. Méd. de l'A.O.F.* 1957 ; 2 ; n° 1 ; p. 110-121.
- [168] SÉNÉCAL J., ROUILLER Ch., CAMAIN R., DUPIN H. — Etude au microscope électronique du foie prélevé par biopsie chez des enfants atteints de kwashiorkor. *Bull. Soc. Méd. A.O.F.*, 1958 ; 3 ; n° 4 ; p. 480-483.
- [169] SÉNÉCAL J., ROUILLER Ch., CAMAIN R., DUPIN H. — Etude des lésions hépatiques du kwashiorkor par la microscopie électronique. 9^e congrès international de pédiatrie, Montréal, 20-26 juillet 1959.
- [170] SÉNÉCAL J., AUBRY L., DUPIN H. — Sous-nutrition et malnutrition. 9^e congrès international de pédiatrie, Montréal, 20-26 juillet 1959. *Bull. Mém. Fac. Nat. Mixte Méd. Pharm. Dakar*, 1960 ; 8.
- [171] STEARNS G., NEWMAN K. J., MAC KINLEL J. B., JEANS P. G. — The protein requirements of children from one to ten years of age. *Annals of the New York Acad. Sc.*, 1958 ; 69 ; 5 ; p. 857-868.
- [172] SUBRAHMANYAN V., JOSEPH K., DORAISWAMY T. R., NARAYANARAO M., SANKARAN A. N., SWAMINATHAN N. (Centr. Food Technol. Res. Inst. ; Mysore, India). — The effect of a supplementary multipurpose food on the growth and nutritional status of schoolchildren. *Brit. J. Nut.*, 1957 ; 2 ; n° 4 ; p. 382-388.
- [173] SURE B. — The addition of small amounts of defatted fish flour to milled wheat flour, corn meal, and rice. *The Journal of Nutrition* (Philadelphia), 1957 ; 61 ; n° 4 ; p. 547-554.
- [174] THOMPSON M. D. — Sources of protein for the prevention and treatment of kwashiorkor. *East African Med. Journ.*, 1955 ; 32 ; n° 12 ; p. 451-458.

- [175] THOMPSON M. D. — Comparison of milk and soya bean in the treatment of kwashiorkor in Uganda. *Brit. Méd. J.* 1955 ; Décembre 3th ; n° 4952 ; p. 1366-1369.
- [176] THOMSON A. M. — Enquête préliminaire sur les possibilités de commercialisation de la farine d'arachide en A.O.F. Rapport d'expertise F.A.O., 7702, mars-avril 1959. (Communication personnelle).
- [177] TREMOLIÈRES J. — (Laboratoire de Nutrition humaine de l'Institut National d'hygiène). Utilisation métabolique des mélanges d'acides-amino chez l'homme (Acides-amino, peptides protéiques ; cahier n° 3). Société de chimie organique et biologique, Alimentation équilibrée, Commeny (Allier), 1959.
- [178] TREMOLIÈRES J., MOSSE A., DELBES L. et collaborateurs. — Diététique thérapeutique. Doin, édit., 1958.
- [179] TROWELL H. C., DAVIES J. N. P., DEAN R. F. A. — Kwashiorkor. Edward Arnold, publishers, London, 1954.
- [180] TROWELL H. C., JELLIFFE D. B. — Diseases of children in the sub-tropics and tropics. Edward Arnold, publishers, London, 1958.
- [181] TUCHMAN M. — Nutritional fatty liver ; « kwashiorkor ». *Caribbean Méd. J.*, 1956 ; 18 ; n° 1-2 ; p. 24-42.
- [182] VEGHELYI P. V., KEMENY T. T., POTSONYI J., SOS J. — Dietary lesions of the pancreas. *Am. J. of Dis. of children*, 1950 ; 97 ; n° 4 ; p. 658-665.
- [183] WATERLOW J. C., VERGARA A. — Kwashiorkor in Brazil. *F.A.O. Nutritional studies*, n° 14.
- [184] WILLEMIN-CLOG. — L'emploi des protéines végétales en alimentation infantile. Arnette, Paris, 1930.
- [185] ZILLER (M^{me} M.), BAGOT Y. — Contribution à l'étude de l'utilisation de la farine d'arachide. *Oléagineux*, 1955 ; 10 ; n° 6 ; p. 387-392.

TABLE DES MATIERES

PLAN	1
INTRODUCTION	5
HISTORIQUE	11

PREMIERE PARTIE

ETUDE PRÉLIMINAIRE

Chapitre I

LES ÉTATS DE MALNUTRITION	17
---------------------------------	----

Chapitre II

PROBLÈMES POSÉS PAR LA PRÉVENTION ET LE TRAITEMENT DE LA MALNUTRITION PROTÉIQUE	23
1. Rappel théorique	23
A) Nature de l'aliment azoté	24
Valeur biologique	27
B) Rôle des autres composants de la ration	30
C) Rôle de l'état du sujet	31
2. Applications des données théoriques au traitement et à la prévention de la malnutrition protéique	34
A) Traitement des formes franches de kwashiorkor ..	34
B) Traitement préventif	35
Solutions proposées pour subvenir aux besoins en protéines en pays tropical	37

DEUXIEME PARTIE

L'ARACHIDE ET LE POISSON DANS LA LUTTE CONTRE LA MALNUTRITION PROTÉIQUE AU SÉNÉGAL.

Chapitre I

LE PROBLÈME DE L'ALIMENTATION EN PROTÉINES AU SÉNÉGAL	45
1. Production, prix de revient, utilisation actuelle et composition	45
A) Le mil	45
B) L'arachide	47
C) Le poisson	51
2. Expérimentations effectuées antérieurement à la nôtre sur la valeur nutritive des protéines de l'arachide et du poisson	57
A) Chez l'animal	57
B) Chez l'homme et chez l'enfant	60

Chapitre II

ETUDE EXPÉRIMENTALE CHEZ LE NOURRISSON ET L'ENFANT DES FARINES DE POISSON ET DE TOURTEAU D'ARACHIDE.

1. Méthodes d'étude	63
2. Exposé des essais effectués dans le service de pédiatrie	67
Conclusions des essais effectués dans le service de pédiatrie	118
3. Essais effectués au Centre de P.M.I.	120
Choix des sujets	123
Choix du régime	123
Protocole expérimental	124
Critères d'efficacité	125
Les difficultés	126
Etude critique des résultats	129
Conclusions	130
4. Distribution de biscuits riches en protéines	131

Chapitre III

EXPLOITATION DE CES RÉSULTATS	143
A) Conservation et stockage	143
B) Possibilités d'utilisation des farines d'arachide et de poisson dans l'alimentation familiale ou l'alimen- tation des collectivités	144
C) Commercialisation	146
CONCLUSIONS	147
BIBLIOGRAPHIE	149

Imp. Bosc Frères, Lyon - Dépôt légal N° 2677 - 2^e Trimestre 1962

Librairie ARNETTE à Paris

N° d'édition 5/1962

